



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

### Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

### About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



## Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

## Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

## Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter <http://books.google.com> durchsuchen.

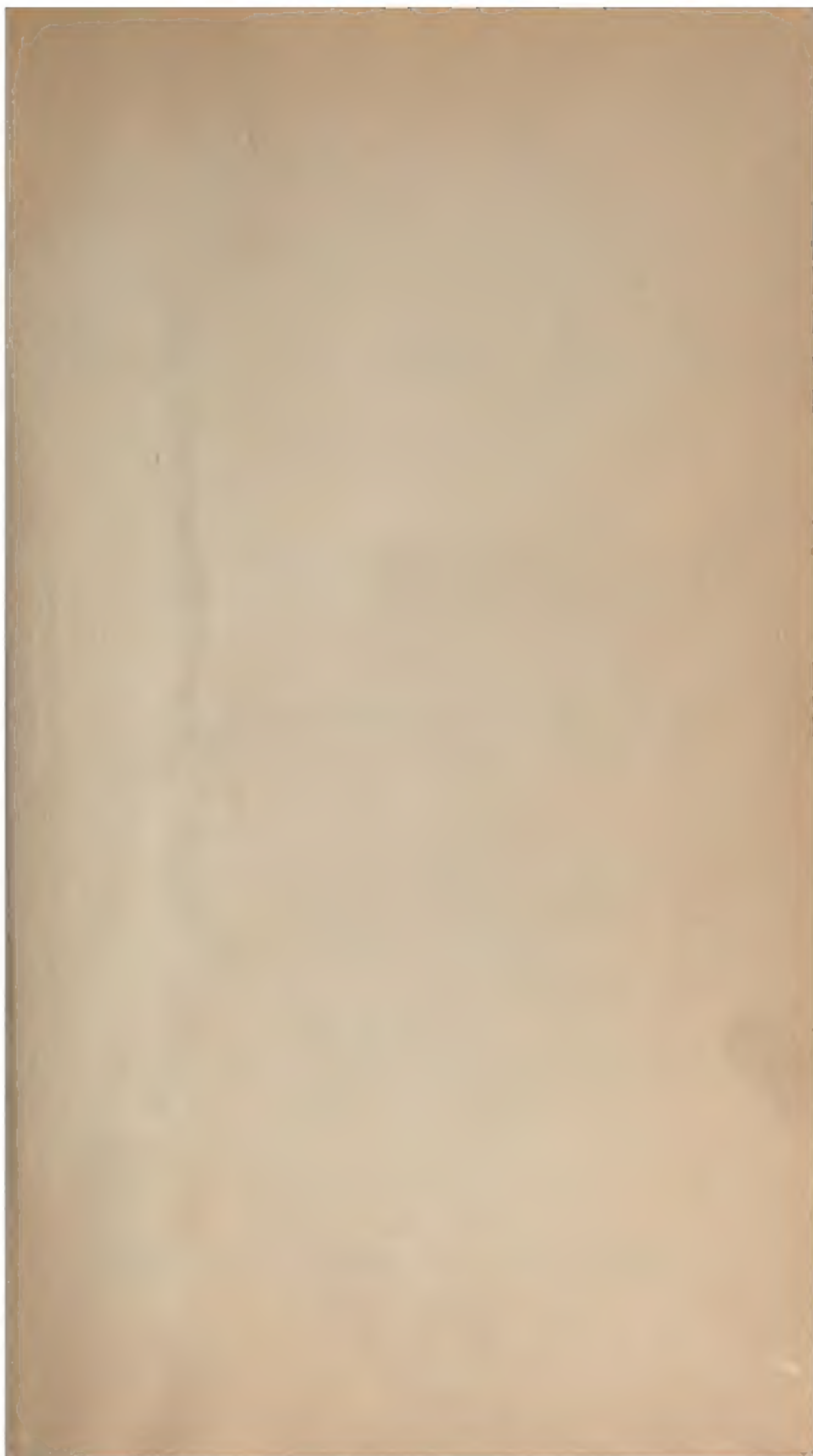


3 3433 06906873 6













**JOURNAL**  
**FÜR**  
**PRAKTISCHE**  
**CHEMIE**

**HERAUSGEGEBEN**

**VON**

**OTTO LINNÉ ERDMANN**

**ORD. PROF. D. TECHN. CHEMIE A. D. UNIVERSITÄT ZU LEIPZIG**

**UND**

**RICHARD FELIX MARCHAND**

**A. PROF. DER CHEMIE A. D. UNIVERSITÄT ZU HALLÉ.**

**JAHRGANG 1845.**

**ZWEITER BAND.**

**MIT EINER KUPFERTAFEL.**

---

**LEIPZIG 1845.**

**VERLAG VON JOHANN AMBROSIOUS BARTH.**

**JOURNAL**  
**FÜR**  
**PRAKTISCHE**  
**CHEMIE**

**HERAUSGEGEBEN**

**VON**

**OTTO LINNÉ ERDMANN**

**ORD. PROF. D. TECHN. CHEMIE A. D. UNIVERSITÄT ZU LEIPZIG**

**UND**

**RICHARD FELIX MARCHAND**

**A. PROF. DER CHEMIE A. D. UNIVERSITÄT ZU HALLE.**

**FÜNF UND DREISSIGSTER BAND.**

**MIT EINER KUPFERTAFEL.**

**UNTER MITWIRKUNG**

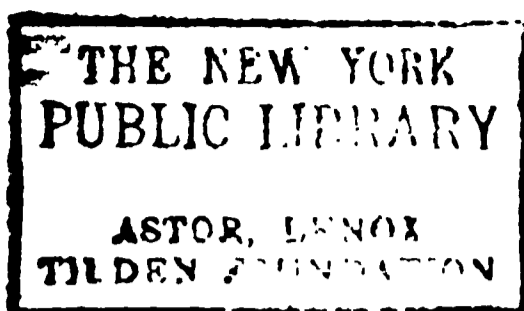
**DER HERREN**

**ELSNER, FISCHER, FORT, GLOCKER, HERMANN,  
v. KALINOWSKY, KERSTEN, SCHÖNBEIN, WERTHER,  
WÖHLER, v. ZEHMEN.**

---

**LEIPZIG 1845.**

**VERLAG VON JOHANN AMBROSIOUS BARTH.**



YWA  
JAN  
1951

A series of three rows of dots, each row forming a different letter or symbol. The first row forms "YWA", the second row forms "JAN", and the third row forms "1951".

# **Inhalt des fünf und dreissigsten Bandes des Journals für praktische Chemie.**

## **Erstes Heft.**

	Seite
I. Ueber eine neue Classe von Salzen, welche durch Einwirkung von Schwefelwasserstoff auf arsensaure Salze entstehen. Von Bouquet und Cloez . . . . .	1
II. Ueber die Oxydation organischer Körper durch Jodsäure und den Einfluss geringer Mengen auf chemische Reactionen. Von E. Millon . . . . .	13
III. Brief von Faraday an Dumas über flüssig dargestellte Gase.	24
IV. Ueber das Chrom. Von Eug. Péligot . . . . .	27
V. Ueber den Smelit, ein neues Mineral. Von E. F. Glocker.	39
VI. Ueber die Verbindung des Harnstoffes mit Salzen. Von Dr. Werther in Berlin . . . . .	51
VII. Ueber das Helenin, ein in der Wurzel von Inula Helenium sich findendes Oel. Von C. Gerhardt. (Zweite Abhandlung.)	66
VIII. Ueber den Einfluss des Salzes auf die Vegetation. Von Henri Braconnot . . . . .	71

## **Zweites und drittes Heft.**

IX. Ueber die Aequivalente einiger einfacher Stoffe. Von J. Pelouze. . . . .	73
X. Untersuchung der flüchtigen Säuren mit 6 Atomen Sauerstoff. Von Aug. Cahours. . . . .	82
XI. Ueber einige neue Isatinverbindungen. Von Laurent. . . . .	108
XII. Ueber die Milchsäure. Von J. Pelouze. . . . .	128
XIII. Ueber eine merkwürdige Veränderung im Guano gefundener Knochen. Von Rob. Warrington. . . . .	138
XIV. Ueber eine ansehnliche Beimischung von kieselschaligen mikroskopischen Seethierchen im Guano. . . . .	141
XV. Einiges über die Substanzen, welche das Silberoxyd reduciren und das Silber als Metallspiegel auf Glas fällen. Von Dr. John Stenhouse. . . . .	143

	Seite
XVI. Ueber eine Methode, Chinasäure nachzuweisen. Von Dr. John Stenhouse. . . . .	145
XVII. Untersuchung über das Uran. Von Pélilot. . . . .	146
XVIII. Untersuchung über eine neue Classe von Salzen. Von Edm. Frémy. . . . .	164
XIX. Beschreibung des Natterer'schen Apparates zur Darstellung der Kohlensäure und des Stickstoffoxyduls im flüssigen und festen Zustande. (Mit einer Kupfertafel.) . . . . .	169
XX. Analyse eines brasilianischen Tellurwismuths. Von A. Damour. . . . .	175
XXI. Eine Methode, Zinn von Antimon zu scheiden. Von A. Levöl. . . . .	179
XXII. Ueber die Bemerkungen des Herra Prof. Schönbein zu meiner Notiz, das Verhalten des Jodkaliums zu verschiedenen Gasarten etc. betreffend. Vom Prof. Fischer in Breslau. .	180
XXIII. Weitere Notizen über das Jodkalium. Von C. F. Schönbein. . . . .	181
XXIV. Ueber den Arsenikgehalt der Harzer Schwefelsäure. Von F. Wöhler. . . . .	186
XXV. Einige Bemerkungen über das Vorkommen von Blei in Form von Oxyd oder Salzen in verschiedenen Kunstproducten. Von Chevreul. . . . .	187
XXVI. Neue Bleichart ohne Lauge, Seife, Licht, Chlor und Säuren. . . . .	191

### Viertes Heft.

XXVII. Ueber die Einwirkung der concentrirten Schwefelsäure auf das Stärkemehl. Von J. v. Kalinowsky in Moskau. . . .	193
XXVIII. Ueber die Einwirkung des Gerbstoffes auf die Stärke. Von J. v. Kalinowsky. . . . .	201
XXIX. Ueber die Dichtigkeit der Gasarten. Von V. Regnault. .	203
XXX. Ueber die liquidificirten Gase. Von Donny u. Mareska. .	226
XXXI. Ueber die Einwirkung der Schwefelsäure auf die Holzkohle. Von R. F. Marchand. . . . .	228
XXXII. Destillationsproduct der mit Schwefelsäure verkohlten thierischen Substanzen. . . . .	231
XXXIII. Untersuchungen russischer Mineralien. Von R. Hermann. (5. Fortsetzung). . . . .	232
XXXIV. Ueber neue Verbindungen der Wolframsäure mit den Alkalien. Von M. Margueritte. . . . .	247
XXXV. Ueber eine neue Verbindung des schwefelsauren Kupferoxyds mit Zucker. . . . .	253
XXXVI. Ueber die Dichtigkeit des Eises bei verschiedenen Temperaturen. . . . .	254
XXXVII. Arsenikhaltige Schwefelsäure. . . . .	256

### Fünftes Heft.

XXXVIII. Chemische Untersuchung eines kochsalzhaltigen Mineralwassers aus einem Bohrloche der Zwickauer Steinkohlengewerkschaft. Vom Prof. C. Kersten in Freiberg. . . . .	257
--	-----

	Seite
XXXIX. Ueber das Vorkommen des Asphalts und dessen Zusammensetzung auf der Insel Brazza und einigen andern Puncten Dalmatiens. Vom Prof. C. Kersten in Freiberg. . . . .	271
XL. Ueber die Zusammensetzung verschiedener Arten von südamerikanischem Guano, nebst der Beschreibung einer neuen Methode, Ammoniak zu bestimmen, so wie Kalk und Magnesia, wenn sie an Phosphorsäure gebunden sind, zu trennen. Von J. Denham Smith. . . . .	277
XLI. Ueber eine neue Classe organischer Verbindungen. Von C. Gerhardt. . . . .	291
XLII. Ueber den Siedepunct der Kohlenwasserstoffe. Von C. Gerhardt. . . . .	300
XLIII. Ueber die Oxydationsproducte des Leimes durch Chromsäure. Von R. F. Marchand. . . . .	305
XLIV. Ueber die Trennung des Goldes und Platins von Zinn und Arsenik. Von Dr. L. Elsner. . . . .	310
XLV. Ueber das Verfahren des Herrn A. Levöl, Antimon quantitativ von Zinn zu trennen. Von Dr. L. Elsner. . . . .	313
XLVI. Notiz über das Vorkommen der Phosphorsäure in Gesteinen vulcanischen Ursprungs. Von Dr. L. Elsner. . . . .	315
XLVII. Ueber die Ausdehnung des Eises als fester Körper. Von W. Struve. . . . .	315
XLVIII. Kalk von Dolomit auf trockenem Wege zu unterscheiden. Von v. Zehmen. . . . .	317

## Sechstes Heft.

XLIX. Einwirkung von Goldchlorid auf unterschwefligsaures Natron. Von M. J. Fordos und A. Gélis. . . . .	321
L. Neue Haloïd-Doppelsalze. Von Poggiale. . . . .	328
LI. Ueber das Ausziehen des schwefelsauren Natrons und Kali's aus dem Meerwasser. Von M. Balard. . . . .	331
LII. Ueber das Leuchten des Phosphors. Vom Prof. Fischer in Breslau. . . . .	342
LIII. Ueber die Einwirkung der Kohle auf die metallischen Auflösungen. Von A. Chevallier. . . . .	356
LIV. Chemisch-technische Abhandlungen. Von Dr. L. Elsner.	361
I. Ueber die Verkupferung, Versilberung und Vergoldung auf galvanischem Wege, ohne Anwendung von Cyankalium.	361
II. Ueber die Bereitung der durch Kohle gereinigten Schellack-Lösung. . . . .	374
III. Ueber die Darstellung grüner arsenikfreier Kupferfarben.	377
LV. Ueber die Einwirkung des Jods auf einige Salze und die daraus abgeleiteten Producte. Von Filhol. . . . .	382
LVI. Literarische Nachweisungen. . . . .	383

## Siebentes und achtes Heft.

LVII. Ueber die Einwirkung des Sauerstoffes auf das Blut und seine Bestandtheile. Von R. F. Marchand . . . . .	385
LVIII. Ueber die Respiration der Turteltauben. Von Boussingault . . . . .	402
LIX. Ueber die Stilbenreihe. Von Laurent. . . . .	418

	Seite
LX. Ueber die Destillationsproducte des Benzensulphürs und des Benzenazotürs. Von Laurent. . . . .	444
LXI. Ueber das Lophin, eine neue organische Base. Von Laurent. . . . .	455
LXII. Ueber die Producte der Einwirkung von Ammoniak auf Benzil und Bittermandelöl. Von Laurent. . . . .	461
LXIII. Chemische Untersuchungen über das Reifen der Früchte. Von E. Frémy. . . . .	469
LXIV. Untersuchungen in Bezug auf das Reifen der Früchte. . . . .	479
LXV. Nachträgliche Bemerkung über die Zusammensetzung des oxalsauen und salpetersauen Harnstoffes. . . . .	481
LXVI. Verhalten einiger organischer Basen zu polarisirtem Lichte. Von Laurent. . . . .	486
LXVII. Umwandlung von Senföl in Knoblauchöl. Von Ch. Gerhardt. . . . .	487
LXVIII. Ueber die Bezoarsäure. . . . .	489
LXIX. Ueber die Chlorätherarten. Von Malaguti . . . . .	497
LXX. Ueber Camphoramsäure, Camphoramid und die Amidsäuren. Von Laurent. . . . .	501
LXXI. Dr. Petzholdt's Versuche über die Dichtigkeit des Eises bei verschiedenen Temperaturen. . . . .	509
LXXII. Analyse von Felddünger und von Kohlengas. Von Thomas Richardson. . . . .	510
LXXIII. Neues Vorkommen von Diamanten. . . . .	512
Literatur.	

### Druckfehler:

Seite 388	Zeile 7	von oben	lies	Kohlensäure	statt	Wasserstoff.
„ 391	„ 3	„ „	„	eine Canüle	„	vier Canäle.
„ 397	„ 15	„ „	„	doch eine	„	und keine.
„ 401	„ 4	„ unten	„	ausgepumpt	„	aufgelöst.

## I.

# Ueber eine neue Classe von Salzen, welche durch Einwirkung von Schwefelwasserstoff auf arsensaure Salze entstehen.

Von

**Bouquet** und **Cloez.**

(*Annales de Chimie. Janvier 1845.*)

**B**erzelius hat schon im Jahre 1826 die Producte der Einwirkung von Schwefelwasserstoff auf die löslichen arsensauren Verbindungen kennen gelehrt, indem er fand, dass hierbei der Wasserstoff mit dem Sauerstoff des arsensauren Salzes zusammenetrete und der Schwefel genau den Sauerstoff ersetze.

Derselbe hält diesen Weg der Darstellung der Sulpharseniate für den geeignetsten, um diese im Zustande vollkommener Sättigung zu erhalten.

Wir hatten Gelegenheit, bei einem ganz ähnlichen Verfahren die Beobachtung zu machen, dass die Ersetzung des Sauerstoffes durch Schwefel nicht ganz genau den Weg nimmt, welchen Berzelius bezeichnet. Wir fanden, dass gewissermaassen ein Stillstand eintritt, und konnten ein vollkommen krystallisirbares Salz gewinnen, welches eine den Arseniaten ganz analoge Zusammensetzung besitzt. Dasselbe unterscheidet sich nur in sofern, als es Sauerstoff und Schwefel zugleich unabhängig von seinem Radical, dem Arsen, enthält.

Dieses Salz bildet sich unter folgenden Umständen. Man sättigt in der Kälte destillirtes Wasser mit zweifach-arsensaurem Kali und lässt einen raschen Strom von Schwefelwasserstoff hindurchgehen; die Flüssigkeit, die anfangs klar bleibt, fängt bald an gelb zu werden und sich gelb zu fällen. Nach einigen Augenblicken sieht man sich weisse Krystalle bilden, welche sich da zu Boden setzen, wo die Reaction stattfindet.

Sobald sich eine gewisse Menge der Krystalle erzeugt hat, fügt man ein wenig Kali hinzu und setzt das Einleiten von Schwefelwasserstoff weiter fort, bis das gelbe Schwefelarsen eine graue Farbe angenommen hat. Hierauf unterbricht man das Einleiten des Schwefelwasserstoffgases, man filtrirt die Flüssigkeit und lässt im leeren Raume krystallisiren.

Die Krystalle, welche man nun erhält, sind immer mit einem gelben pulverförmigen Körper verunreinigt; man reinigt sie davon durch mehrfaches Abspülen und Abgiessen des Waschwassers. Zu Anfang wendet man die Mutterlauge selbst an, später nimmt man reines Wasser. Das Salz ist wenig löslich, viel schwerer als dieses Pulver, und kann mithin leicht gereinigt werden.

Man trocknet die Krystalle zwischen Fliesspapier, später im leeren Raume.

Wir haben die Entstehung dieses gelben Pulvers bei der Krystallisation unseres Salzes niemals verhindern können; dazu ist das Salz sehr unbeständig bei Gegenwart von Wasser; es kann nicht ohne Zersetzung aufgelöst und einer zweiten Krystallisation unterworfen werden. Es scheidet sich Schwefel aus und man erhält keine Krystalle mehr.

Nach vielfachen Darstellungen haben wir eingesehen, dass, wenn man mit einem Litre der gesättigten Lösung von zweifach-arsensaurem Kali arbeitet, man mindestens drei Stunden lang Schwefelwasserstoff einleiten muss, um eine einigermaassen ansehnliche Menge des Productes zu erhalten. Dennoch müssen wir bemerken, dass man niemals eine grosse Menge des Salzes im Verhältniss zur angewandten Menge des arsensauren Salzes erhält.

Das zur Analyse bestimmte Salz haben wir stets zuvor unter dem Mikroskope einer Prüfung unterworfen und stets gepulvert im leeren Raume getrocknet.

Die Summe der Bestandtheile dieses Salzes sind: Schwefel Sauerstoff, Arsen, Kali und Wasser. Wir haben diese Körper alle einzeln bestimmt und nach der folgenden Methode die angeführten Resultate erhalten.

Das Arsen haben wir 1) nach der Methode von Berthier und 2) als Schwefelarsen bestimmt.

Die erste und schon lange bekannte Methode ist, so viel uns bekannt ist, die einzige, um Arsensäure und Schwefelsäure vollständig zu trennen, deren wir mithin besonders in diesem Falle bedurften. Wir behandelten daher unser Salz zuerst mit Königswasser, um den Schwefel in Schwefelsäure und das Arsen in Arsensäure zu verwandeln, und wandten dann eine Lösung von Eisenoxyd, von bekanntem Eisengehalte, in solchem Ueberschusse an, dass alle Arsensäure nebst dem überschüssigen Eisenoxyde in sehr basischer Verbindung durch Ammoniak gefällt wurde, wobei die Schwefelsäure in der Lösung blieb. Wir erhielten die folgenden Resultate aus zwei Analysen:

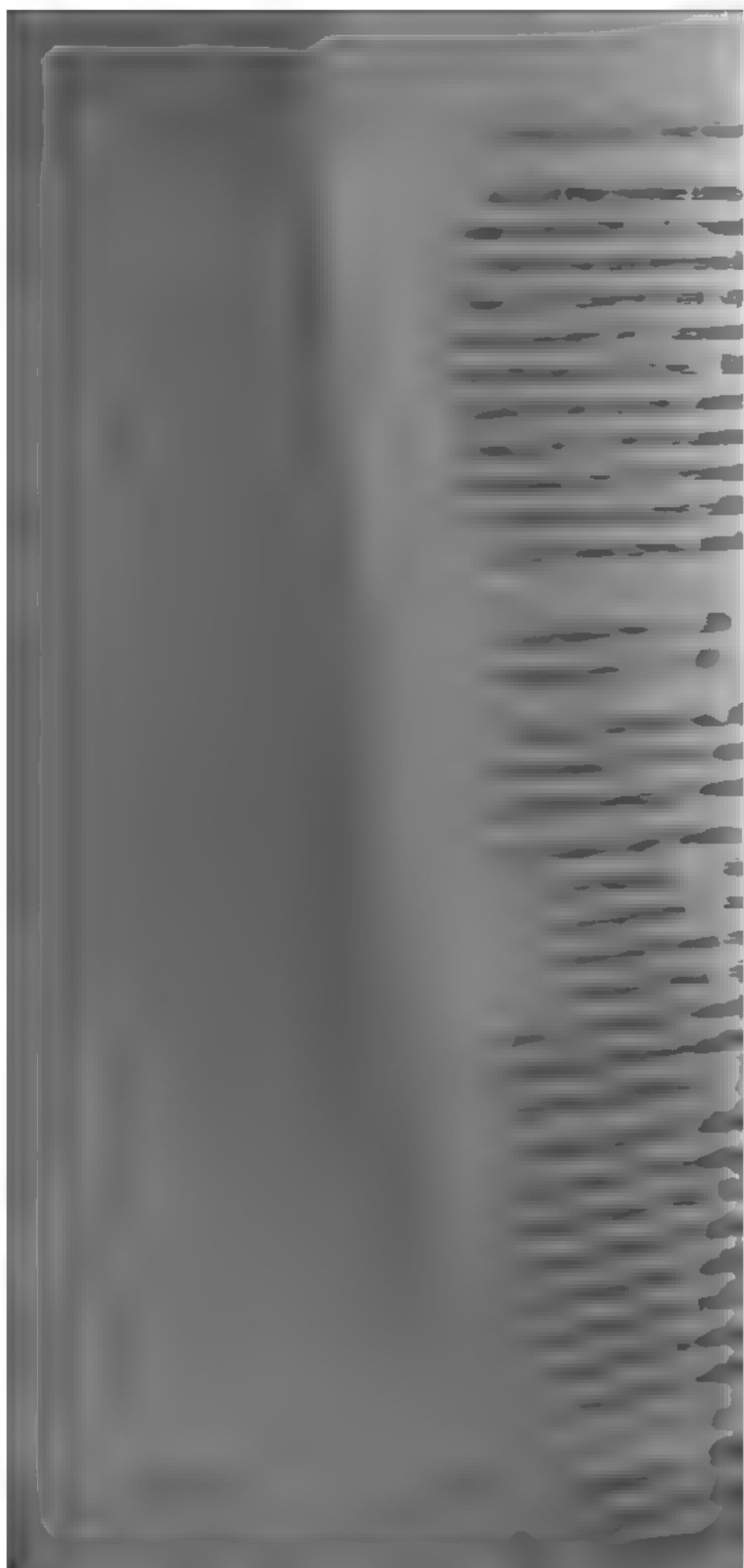
	1.	2.
Angewandtes Salz	= 0,513	0,855
Eisen	= 0,468	0,679
entsprechendes Eisenoxyd	= 0,6748	0,979
geglühter Niederschlag	= 0,971	1,473
Arsensäure	= 0,2962	0,494
Procente Arsen	= 37,69	37,67.

Bei dem Verfahren, das Arsen als Schwefelarsen zu bestimmen, behandelten wir das Salz zuerst mit einer kleinen Menge Königswasser in der Siedehitze, wobei sich eine geringe Menge Schwefel ausschied, dampften, um den Säureüberschuss zu vertreiben, sehr vorsichtig ab, reducirten die Arsensäure nach dem Vorschlage von Persoz durch schweflige Säure zu arseniger Säure und fällten nun durch Schwefelwasserstoff.

Das erhaltene Schwefelarsen wurde durch Decantiren gewaschen und in einer kleinen genau tarirten Schale gesammelt, anfangs im leeren Raume und später im Trocken-Apparat nach Gay-Lussac bei einer Temperatur von 140 — 150° getrocknet, bis die beiden letzten Wägungen übereinstimmten. Wir haben uns überzeugt, dass der Schwefel stets der arsenigen Säure entsprach, indem wir den Niederschlag selbst einer Analyse unterwarfen, wobei wir nur den Schwefel, das Arsen dagegen durch den Verlust bestimmten.

Bei einem Versuche der Art haben wir folgende Zahlen erhalten:

Angewandtes Salz	= 0,744
Schwefelarsen	= 0,471.



Das in dieser Menge enthaltene Arsen, nach der Formel  $\text{AsS}_3$  berechnet, beträgt  $0,2868 = 38,5$  Procent.

Indem wir ferner das Schwefelarsen durch ein Gemenge von Salpeter und kohlensaurem Natron oxydirten, erhielten wir 1,330 schwefelsauren Baryt, entsprechend 0,183 Schwefel, mithin  $0,288$  Arsen  $= 38,70$  Procent. Hierbei wurden schwefelsäurefreies Natron und reiner Salpeter angewandt; das ganze Gemenge wurde in einen rothglühenden Platintiegel geworfen. Der Rückstand wurde mit überschüssiger Salzsäure bis zum Sieden erhitzt und mit Chlorbaryum gefällt. Drei Versuche, jeder mit 1 Grm. Substanz angestellt, gaben die nachstehenden Zahlen:

	1.	2.	3.
Schwefelsaurer Baryt =	1,160	1,180	1,161
Procente Schwefel =	16,00	16,20	16,00.

Es kam uns noch in den Sinn, den Schwefel in der Flüssigkeit zu bestimmen, die wir bei Anwendung der Methode von Berthier bei Bestimmung des Arsens erhalten hatten.

Wir bekamen folgende Resultate:

Angewandtes Salz	=	1,849
schwefelsaurer Baryt	=	0,585
entsprechender Schwefel	=	0,0802
eine Quantität Schwefel	=	0,2180, welche sich unmittelbar nach gehörigem Trocknen wägen liess und sich gleich bei der Behandlung ausgeschieden hatte. Der Procentgehalt an Schwefel beträgt hiernach 16,12.

Mehr Mühe hatten wir bei der Bestimmung des Kali's, indem wir beim Trennen vom gegenwärtigen Arsen grosse Mengen Flüssigkeit abzudampfen hatten. Das Salz wurde hierbei mit Salpetersäure zersetzt, wobei sich Schwefel ausschied, die etwa gebildete Arsensäure durch schweflige Säure reducirt und als Schwefelarsen durch einen Strom Schwefelwasserstoffgas gefällt und abfiltrirt. Die Flüssigkeit und die Waschwässer wurden eingedampft und das Kali als schwefelsaures bestimmt.

	1.	2.	3.
Angewandtes Salz =	0,809	0,480	0,744
schwefelsaures Kali =	0,355	0,208	0,330
Kali in 100 Theilen =	23,72	23,40	23,95.

Die grosse Unbeständigkeit unseres Salzes erlaubte uns nicht, das Wasser durch den Gewichtsverlust nach dem Glühen zu bestimmen. Wir sammelten das Wasser daher direct in einem Chlorcalciumrohr, wie bei einer organischen Analyse, indem wir vorn im Rohre, welches das Salz enthielt, eine Schicht durch Wasserstoff reducirtes Kupfer vorgelegt hatten, um die flüchtigen Producte, wie Arsen oder Schwefelarsen, zurückzuhalten. Diese Analyse wurde wie eine organische behandelt und beendet. Aus drei Versuchen zogen wir die Zahlen 9,4; 9,2; 9,8.

Wir verdanken Herrn Ebelmen ein Verfahren, um den Sauerstoffgehalt unseres Salzes gewissermaassen als Controle auszumitteln. Dieses Verfahren hat derselbe im XVI. Bande der *Annales des mines* beschrieben; er hatte es angewandt, um den Grad der Oxydation des Eisens auszumitteln, und in einer Abhandlung über die Reduction verschiedener Mineralien im Hohen im Jahre 1839 mitgetheilt. Später hat Ebelmen einige Modificationen in seinem Verfahren angebracht, ohne im Grundprincipe etwas zu verändern, welche uns derselbe mit grösster Bereitwilligkeit mittheilte, wofür wir ihm ebenfalls den grössten Dank schulden. Das Verfahren ist folgendes:

Man bringt in einem Glasgefässe mit glattem Boden Wasser zum Sieden, bis durch den Dampf alle Luft ausgetrieben ist, zieht nun das Feuer zurück, während man fortwährend einen Strom Kohlensäure in das Gefäss leitet, um das Wiedereindringen der Luft zu verhüten. In dieses Gefäss leitet man nun, ohne die Kohlensäure-Entwicklung zu stören, schweflige Säure, welche man aus einem Kolben mit wässriger schwefliger Säure durch Sieden entwickelt und mittelst einer zweischenkligen Röhre einleitet.

Sobald man nun in dem ausströmenden Gase die Gegenwart der schwefligen Säure deutlich bemerkt, so lässt man das Chlorgas, welches man in einem sehr kleinen Kolben aus reiner Salzsäure und einem bekannten Gemenge des zu analysirenden Salzes und geschmolzenem zweifach-chromsaurem Kali entwickelt, durch ein gebogenes Rohr, woran man den kleinen Kolben befestigt hat, hinzutreten.

Die Operation ist beendet, sobald der kleine Kolben seine gelbgrüne Farbe, vom Chlor herrührend, verloren hat, oder sicherer, sobald das oxydirende Gemenge in's Kochen gekommen

ist. Das Zurücksteigen der Flüssigkeit verhütet man dadurch, dass man das Gasleitungsrohr nur bis an die Oberfläche reichen lässt, in welches es zuvor eintauchte. Man entfernt nun zuerst den Kolben mit der schwefligen Säure, hierauf den kleinen zur Chlorentwicklung, und ohne die Kohlensäure-Entwicklung zu unterbrechen, bringt man das Wasser in dem Gefässe zum Sieden, bis alle schweflige Säure ausgetrieben ist. Es ist dabei unerlässlich, dass die schweflige Säure stets im Ueberschusse im Verhältnisse zum Chlor ist.

Die Hauptreaction geht nun in dem kleinen Kolben vor sich, wo sich die zu analysirende Substanz mit dem Gemenge von zweifach-chromsaurem Kali und Salzsäure befindet. Die einzigen oxydirbaren Körper darin sind Arsen und Schwefel, welche durch das Chlor im *status nascens* in Arsensäure und Schwefelsäure verwandelt werden, während, weil man einen Ueberschuss von zweifach-chromsaurem Kali anwandte, das sich weiter entwickelnde Chlor die schweflige Säure in dem Kolben oxydirt. Mit Hülfe dieser Resultate kann man dann leicht den Sauerstoffgehalt unseres Salzes finden.

Denn die Sauerstoffzunahme des Arsens lässt sich leicht berechnen, sobald die Menge des Arsens bekannt ist. Eben so kann die des Schwefels leicht aus der Menge des schwefelsauren Baryts gefunden werden.

Eben so berechnet man die Sauerstoffzunahme der schwefligen Säure im Kolben aus der Bestimmung der entstandenen Schwefelsäure durch Baryt.

Der ganze so erhaltene Sauerstoff ist der des Salzes und der, welcher durch das Chlor entwickelt wurde.

Nach folgender Gleichung ist nun diese Menge Chlor genau der Hälfte des Sauerstoffes in der Chromsäure des chromsauren Kali's äquivalent:



Man braucht also nur eine gewogene Menge von chromsaurem Kali zu nehmen, und man weiss die zur Analyse hinzugekommene Menge Sauerstoff. Man hat dann diese Menge vom Totalgewichte zu subtrahiren, welches die Versuche geben; die Differenz giebt alsdann die Quantität, die im analysirten Salze enthalten war.

Unser chromsaures Kali enthielt eine geringe Menge an schwefelsaurem Kali, weshalb wir bei unserer Analyse einige Correctionen anbringen müssen.

Wir haben die Menge an Sauerstoff, die nach obigem Verfahren das chromsaure Kali entwickelt, durch einen Versuch bestimmt, und haben fast die durch Rechnung erhaltenen Resultate erreicht.

Es enthalten 100 zweifach-chromsaures Kali in der Chromsäure 31,68 Sauerstoff. Da indessen nur die Hälfte des Sauerstoffes in Betracht kommt, so beträgt der Sauerstoff für unsern Versuch nur 15,84.

Die Analyse gab uns nun folgende Zahlen: 0,403 zweifach-chromsaures Kali gaben im Kolben 0,9175 schwefelsauren Baryt, enthaltend  $\frac{0,1887}{3} = 15,60$  Procent.

Wir wollen nun die Resultate der Analysen unsers Salzes mittheilen, welche wir in zwei Versuchen erhielten; zu jedem hatten wir 1 Grm. unsers Salzes und 3 Grm. zweifach - chromsaures Kali angewandt, und die folgenden Zahlen erhalten:

	1.	2.
Sauerstoff der Arsensäure	= 20,35	20,35
— — Schwefelsäure im oxydierenden Gemenge	= 12,40*)	15,83**)
— — Schwefelsäure aus der schwefligen Säure	= 27,01 †)	23,97 ††)
	<u>59,76</u>	<u>60,15.</u>
3 Grm. zweifach-chroms. Kali gaben nun	47,52	47,52
	<u>Differenz = 12,24</u>	<u>12,63.</u>

Schwefelsaurer  
Baryt.

\*) = 0,603.

\*\*\*) = 0,770.

†) = 3,940 und daraus der Sauerstoff  $\frac{81045}{3} = 27,01.$

††) = 3,496 und daraus der Sauerstoff  $\frac{71912}{3} = 23,97.$

Das einfachste Verhältniss, wonach man die Elemente dieses Salzes ordnen kann, scheint uns folgendes:

		Gefunden.	Verhältniss.		Ber.
As	=	38,02	1	38,26	940,08
S	=	16,10	2	16,37	402,32
O	=	11,43	3	12,21	300,00
KO	=	23,69	1	24,01	589,92
Aq	=	9,50	2	9,15	225,00
				<hr/>	
				100,00	2457,32.

Dieses Verhältniss kann zu drei verschiedenen Formeln Veranlassung geben, die wir kurz abhandeln wollen.

1) Nimmt man obiges Verhältniss dreimal, so kann man die Formel schreiben:



Nach dieser Formel müsste das Salz eine Verbindung von arsensaurem Kali mit Schwefelarsen-Schwefelkalium sein. Wäre dieses indessen die Zusammensetzung, so müssten Säuren Schwefelarsen fällen. Statt dessen lässt die Auflösung dieses Salzes, mit Säuren behandelt, ein schmutzig-weisses Pulver fallen, welches in Ammoniak unlöslich und nichts weiter als Schwefel war. Diese Probe scheint uns genügend, um diese Formel zu verwerfen.

2) Eine zweite Formel stellt dieses Salz dar als arsensaures Kali, dessen Krystallwasser durch Schwefelwasserstoff vertreten ist.

Aus  $\text{As O}_5 \text{ KO} + 2 \text{HO}$  erhält man  $\text{As O}_5 \text{ KO} + 2 \text{HS}$ , und es hat diese Formel mehr Gewicht als die erste, denn sie schliesst sich besser der Erklärung der Producte sowohl, als der Analogie der Schwefel- und Sauerstoffverbindungen an. Aber wir halten auch diese Formel für unwahrscheinlich, denn wenn man ein Bleisalz durch unser Salz fällt, so bleibt der erhaltene Niederschlag wenigstens noch 2 Stunden lang weiss. Nach voriger Voraussetzung müsste man sogleich einen schwarzen Niederschlag erhalten, denn bei der Fällung des Bleies durch ein arsensaures Salz wird das Krystallwasser in Freiheit gesetzt, und es müsste also auch in diesem Falle KS frei werden und durch Fällung von Schwefelblei reagiren.

3) Die dritte Formel, die wir aufstellen und der wir den Vortzug geben, lässt die Annahme einer neuen Säure zu, welche

ben dem Radical, Schwefel und Sauerstoff zugleich enthält. Man hat für das Kalisalz die folgende Formel:



und wir werden, indem wir dieses Salz beschreiben, unsere Gründe für diese Betrachtungsweise angeben.

Ohne nun der fortschreitenden Chemie durch einen neuen Namen vorgreifen zu wollen, sondern blos um diese Säure von der bisher bekannten unterscheiden zu können, schlagen wir den Namen *Sulphoxyarsensäure* vor.

Das sulphoxyarsensaure Kali ist weiss und krystallisirt in kleinen Prismen, welche mitunter die Länge von 1 — 2 Centim. \*) erreichen. Es ist in Wasser wenig löslich; direct konnten wir seinen Grad der Löslichkeit nicht bestimmen, weil sich das Salz stets in kurzer Zeit zersetzt, indem sich Schwefel ausscheidet. Dieses geschieht selbst, wenn man die Flüssigkeit im leeren Raume concentrirt.

Macht man dagegen die Auflösung ein wenig alkalisch und ist sie dazu gesättigt, so kann man eine zweite Krystallisation erhalten, indessen schützt dieses nur einen Theil des Salzes vor der Zersetzung, welcher dann krystallisirt. Das trockene Salz ist vollkommen luftbeständig. Bei erhöhter Temperatur giebt es sehr verwickelte Zersetzungsproducte. Gegen 170° lässt es alles Wasser fahren und wird gelb, ohne zu schmelzen.

Ueber der Weingeistlampe erhitzt, schmilzt es und verliert sein Wasser, entwickelt Schwefelarsen, darauf Arsen, welches in glänzenden Krystallen die Wölbung der Retorte beschlägt.

In dem rothbraunen Rückstande, den man erhält, fanden wir schwefelsaures Kali, ein Sulphosalz, welches ein Schwefelarsen enthält, und, wie es schien, Spuren von arsensaurem Kali.

Löst man eine bestimmte Menge dieses Salzes in kaltem destillirtem Wasser, so bleibt die Flüssigkeit mehrere Minuten lang klar; bald darauf trübt sie sich und fängt an zu opalisiren. Bei Siedehitze ist die Zersetzung vollständig, es entwickeln sich Spuren von Schwefelwasserstoff, es setzt sich ein gelbes Pulver ab, welches mitunter ~~Spuren~~ <sup>analyse</sup> dieses Pulvers zeigte uns, dass dies

\*) 1  
als wir  
krystal

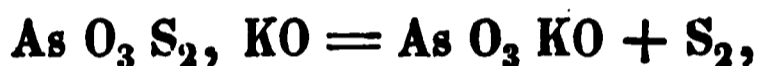
thaltet zu Paris,  
- unser Salz

Die nun darüber schwimmende Flüssigkeit, die sich klar filtriren lässt, trübt sich bald nach dem Filtriren. Sie scheint ein Sulphosalz zu enthalten, denn Salzsäure fällt Schwefelarsen.

Fügt man zu dieser mit Salzsäure behandelten Flüssigkeit Schwefelwasserstoff, so erhält man sogleich einen Niederschlag von Schwefelarsen, welcher die Gegenwart einer arsenigsauren Verbindung anzudeuten scheint. Die Auflösung enthält kein schwefelsaures Salz.

Wenn wir uns nun auf diese Zersetzungsweise unseres Salzes durch Wasser stützen, so glauben wir einiges Licht über die Constitution desselben geben zu können.

In der That kann die leicht eintretende Zersetzung des sulphoxyarsensauren Kali's die Veranlassung sein, dass sich die beiden Atome Schwefel der Säure daraus losmachen, indem sich arsenigsaures Kali bildet:



und es müssen also Schwefel und arsenigsaures Kali erscheinen.

Die arsenige Säure ist eine schwache Säure und sättigt das Kali nicht vollständig, indem dieses Salz alkalisch reagirt; lässt man nun einige Einwirkung des Kali's auf den Schwefel zu, als wäre das Kali einigermaassen frei, so erklären sich alle Erscheinungen.

Kali und Schwefel bilden unter Wasser ein Mehrfach-Schwefelkalium und unterschwefligsaures Kali. Wir wiederholen, dass unsere Flüssigkeit keine Schwefelsäure enthielt; hatte sich nun ein Mehrfach-Schwefelkalium gebildet, so musste dieses auf die arsenige Säure wirken, und weil nur wenig Schwefel vorhanden war, so konnte nur einem Theile nach Dreifach-Schwefelarsen entstehen, und es musste arsenige Säure übrig bleiben.

Wiewohl nun diese Erklärung rein theoretisch ist, so stimmt sie so wohl mit den Thatsachen überein, dass wir keinen Anstand nehmen, sie als richtig anzunehmen.

Eben so spricht uns die Behandlung mit Salzsäure für die Existenz einer Sulphoxyarsensäure.

Kocht man die Lösung des Salzes mit Salzsäure, so scheidet sich Schwefel aus, anfangs pulverförmig, welcher sich dann zu einem Korn ansammelt, welches man wiegen kann. Drei Versuche, die mit der grössten Genauigkeit angestellt waren, gaben uns auf diese Weise  $\frac{1}{2}$  Procent an Schwefel.

Es war reiner Schwefel, denn Ammoniak nahm nicht eine Spur davon von einem Schwefelarsen auf.

Scheidet die Salzsäure nun den Schwefel ab, so darf die Flüssigkeit nur noch arsenige Säure enthalten, und dieses findet in der That statt, denn man kann sie bei concentrirter Flüssigkeit krystallisirt erhalten.

Diese Flüssigkeit giebt nur nach dem Kochen mit Salzsäure unmittelbar einen Niederschlag von Schwefelarsen durch Schwefelwasserstoff, die Arsensäure würde dieses nicht unmittelbar thun.

Endlich erhält man aus dieser mit Salzsäure behandelten Flüssigkeit bei Zusatz von schwefelsaurem Kupferoxyd und wenig Kali Scheele'sches Grün.

Diese Zersetzungsweise scheint uns ohne Zweifel die Existenz einer Sulphoxyarsensäure darzuthun. Die so vollständige Trennung des Schwefels, sobald diese Säure in Freiheit gesetzt wird, scheint uns ihr hervorstechendster Charakter zu sein, und wir werden später darauf zurückkommen.

Eben so wirken Schwefelsäure, Salpetersäure u. s. w.

Man weiss nun längst, dass, wenn man ein lösliches arsen-saures Salz durch salpetersaures oder essigsaures Blei fällt, der Niederschlag eine Quantität dieser Salze mit sich reisst.

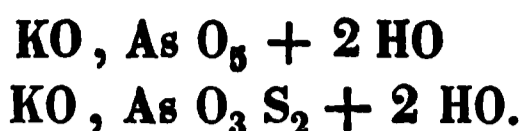
Dasselbe hat sich gezeigt, als wir die Bleiverbindung unserer Säure darzustellen versuchten; wir nahmen deshalb statt deren Bleichlorid und erhielten einen Niederschlag, welcher keine Chlorverbindung enthielt.

Dieser Niederschlag ist weiss und kann innerhalb 2—3 Stunden mit kaltem Wasser ausgewaschen werden, ohne seine Farbe zu verändern; bald aber fängt er an, sich zu färben, und nach 1—2 Tagen ist er ganz schwarz geworden.

Wenn man diesen Niederschlag sogleich mit einigen Tropfen Schwefelsäure zersetzt, indem man ihn in Wasser suspendirt erhielt und gleich filtrirt, so erhält man eine saure Flüssigkeit, welche Barytsalze nicht fällt und bald Schwefel absetzt.

Hier hatten wir mithin offenbar die freie Säure in der Lösung, aber ihre augenblickliche Zersetzung erlaubte uns nicht, ihre Eigenschaften zu studiren, denn ihre Existenz ist nur ephemer.

Wir haben schon von der grossen Aehnlichkeit des arsensauren und des sulpharsensauren Kali's gesprochen, ihre Formeln stehen damit völlig im Einklang:

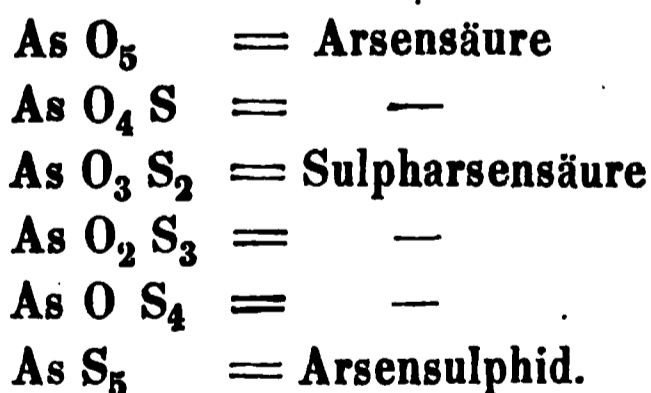


Auch haben wir gesehen, dass das Salz bei  $170^\circ$  sein Wasser verliert und sich zersetzt.

Wenn man sich ferner der grossen Analogie der Arsensäure mit Phosphorsäure erinnern will, so wie der, welche wir mit der Sulphoxyarsensäure aufgefunden haben, so wird man gegen die Vergleichung, die wir anstellen wollen, keinen Zweifel hegen.

Wir betrachten die beiden Wasseratome als basisches Wasser, und die Sulphoxyarsensäure ist eine dreibasische Säure, wie die Phosphorsäure. Zwar ist diese Eigenthümlichkeit für die Arsensäure noch nicht nachgewiesen, aber es ist uns sehr wahrscheinlich, und einige Versuche, die wir fortsetzen wollen, lassen uns glauben, dass die Arsensäure mit Wasser sich eben so verhalte als die Phosphorsäure.

Wir glauben nun, dass die Sulphoxyarsensäure, die gerade das Mittel zwischen Säure und Sulphid hält, nicht die einzige Verbindung unter diesen beiden Säuren sei. Wir hoffen die Existenz einer Reihe, derjenigen ähnlich, welche Regnault durch seine vortreffliche Arbeit über die Aetherverbindungen mit Chlor nachwies. Unsere Reihe, für welche nur drei Grenzpunkte bekannt sind, bedarf zur Vervollständigung noch drei anderer Verbindungen, und es ist wahrscheinlich, dass diese Lücke durch fortgesetzte Arbeit ausgefüllt werden könne. Man kann diese nach folgender Uebersicht darstellen:



## II.

# Ueber die Oxydation organischer Körper durch Jodsäure und den Einfluss geringer Mengen auf chemische Reactionen.

Von

**M. E. Millon.**

(*Annales de Chimie. Janvier 1845.*)

Sérullas machte zuerst die Bemerkung, dass die Jodsäure durch Morphin unter Freiwerden von Jod zersetzt werde, und hoffte hierin ein charakteristisches Reagens für Morphin in medicinisch-gerichtlichen Fällen zu finden. Simon und Langouné zeigten später, dass die Jodsäure durch die meisten stickstoffhaltigen organischen Stoffe zersetzt werde, so durch frischen Urin, Speichel, durch die beim Auskochen der Magenhaut erhaltene Flüssigkeit, Fibrin, Eiweiss, Casein, Leim, Hefe. Larogue und Thibierge, welche diesen Gegenstand vom gerichtlich-medicinischen Standpunkte aus behandelten, fügten die Beobachtungen hinzu, dass die Jodsäure nur dann unter vorigen Umständen reducirt werde, wenn sie krystallisirt oder in wenig Wasser gelöst vorhanden sei, und dass ihre verdünnte Lösung ebenfalls durch neutrale Stickstoff haltende Körper reducirt werde, wenn eine zweite Säure, wie z. B. krystallisirte Essigsäure, Schwefelsäure, oder besser feste Citronensäure, Weinsäure oder Oxalsäure, zugleich gegenwärtig sei.

Nach denselben Beobachtern kann eine dritte Säure die durch vorige Säuren veranlasste Reaction wiederum aufheben. Dahin gehören die Wasserstoffsäuren, die Salpetersäure, die Benzoësäure und die Borsäure. Fügen wir noch das Verhalten einiger von Sérullas beschriebenen jodsauren Salze mit vegetabilisch-alkalischer Basis hinzu, so haben wir das, was über die Einwirkung der Jodsäure auf organische Körper bekannt ist, übersehen.

Ich habe in dieser Arbeit vor, über die oxydirende Wirkung der Jodsäure auf organische Stoffe im Allgemeinen zu reden. Der Umstand, dass diese Oxydation häufig durch die geringsten Mengen von Blausäure gehindert wird, welcher sich in Folgendem ganz besonders herausstellen wird, veranlasste mich, noch be-

sonders auf den Gegenstand der chemischen Reactionen bei sehr geringen Mengen der betreffenden Körper zurückzukommen. Ich hoffe dieselben in sehr vielen Fällen auf chemische Gesetze zurückführen zu können.

Ich muss mich zunächst damit begnügen, die Verbrennungsproducte aus organischen Stoffen durch die Jodsäure allgemein anzuführen, indem ich hoffe, dass hierdurch das Studium der Metamorphosen der einzelnen erleichtert werde, deren jede sehr wohl einer Erweiterung fähig ist, indem die Einwirkung der Jodsäure auf organische Körper eben so wenig unbestimmt ist, als die aller übrigen heftig eingreifenden Mittel, wie Schwefelsäure, Salpetersäure, Chlor oder Kali. Für den Augenblick konnte ich auf eine Bearbeitung der Art, die lange Zeit und viele Mitarbeiter erfordert, nicht eingehen.

Ich werde nun zunächst eine der interessantesten Verbrennungen durch Jodsäure abhandeln, nämlich die der Oxalsäure. Meine Abhandlung umfasst folgende drei Gegenstände:

- 1) Oxydation der Oxalsäure durch Jodsäure.
- 2) Die allgemeinen Eigenschaften der Verbrennungen organischer Materien durch dieselbe Säure.
- 3) Auseinandersetzung derjenigen Erscheinungen, die durch höchst geringe Mengen gewisser Materien bedingt sind und oft auf beträchtliche Massen wirken.

#### 1) *Oxydation der Oxalsäure durch Jodsäure.*

Beide Säuren waren in Wasser gelöst; die Quantität des Lösungsmittels hatte keinen merklichen Einfluss, sobald die Lösungen nur vollständig waren. Die Resultate zweier Versuchsreihen, die eine bei Anwendung von 10 Grm., die andere von 100 Grm. Wasser, beide mit 1 Grm. Oxalsäure und 8 Grm. Jodsäure angestellt, waren bei 24stündiger Behandlung durchaus parallel und constant.

Da nämlich die Producte der Einwirkung nur Jod und Kohlensäure sind, so sieht man leicht den Weg der Bestimmung derselben ein. Folgende Gleichung:  $5 \text{ C}_2 \text{ O}_3, 3 \text{ H O} + \text{J O}_5 = 5 \text{ C}_2 \text{ O}_4 + \text{J} + 3 \text{ H O}$  zeigt den angegebenen Vorgang. Das Jod setzt sich ab, während ein constanter Rückhalt in der Flüssigkeit bleibt, die sich dadurch färbt; die Kohlensäure kann in graduirten Röhren gemessen werden, welche man bei einem ähnlichen

Apparate anwendet, als ihn Lavoisier bei der Analyse der Luft mittelst Quecksilbers benutzte. Die vollständige Verbrennung von einem Grm. Oxalsäure durch 2 Grm. Jodsäure erfordert 4 bis 5 Tage; da aber die entwickelten Mengen Kohlensäure sehr beträchtlich sind, so kann die Einwirkung von Stunde zu Stunde beobachtet werden. Die relativen Mengen der Jodsäure haben keinen merklichen Einfluss, sobald nur überhaupt eine zur Verbrennung genügende Menge vorhanden ist; wesentlich dagegen wirken Wärme, Licht und Berührung.

Arbeitet man bei einer Temperatur von  $+18-20^{\circ}$ , so erscheint erst nach 3—4 Stunden reducirtes Jod, und die Verbrennung von einem Grm. Oxalsäure erfordert 4—5 Tage. Temperaturänderungen dagegen ändern diesen Vorgang beträchtlich. So war bei  $+10^{\circ}$  selbst nach 20 Stunden keine Reaction bemerkbar, während sie bei  $60^{\circ}$  so heftig wurde, dass 1 Grm. Oxalsäure in einigen Minuten in Kohlensäure verwandelt war. Am günstigsten ist die Temperatur von  $18-20^{\circ}$ , indem man eine ununterbrochene Gasentwicklung hierdurch erreicht, die 4—5 Tage hindurch fort dauert.

Die Einwirkung des Lichtes auf dieses Gemenge von Oxalsäure und Jodsäure macht sich so lebhaft bemerklich, dass sie selbst die geringen Schwankungen veränderten Lichts ausdrückt, und ich konnte, indem ich ein paar dieser Apparate zugleich anwandte und die entwickelten Gasvolumen maass, leicht den Theil des Gases ausmitteln, welcher dem Einflusse des Sonnenlichtes zufiel.

Als ich nämlich zwei Apparate bei gleicher Temperatur, den einen dem Sonnenlichte direct aussetzte, den andern durch schwarzes Papier oder Metall davor schützte, sah ich den erstern sich bald durch Jod färben und nach einigen Minuten Kohlensäure entwickeln, so dass nach Verlauf von drei Stunden 40 Cubikcentimeter derselben erhalten waren, während im zweiten sich kaum Jod ausgeschieden und sich gar kein Gas entwickelt hatte. In einem zweiten Versuche wurden zwei ähnliche Apparate, die vorher im Verlaufe mehrerer Stunden bei  $19^{\circ}$  regulirt waren, der eine den Sonnenstrahlen ausgesetzt, der andere unter Einwirkung des zerstreuten Lichtes gelassen; die Temperatur war beiderseits dieselbe geblieben. Der dem Sonnenlichte ausgesetzte Apparat producirte 72 Centim. Kohlensäure, der andere nur 6. Dieser

Versuch war von 9 bis 11 Uhr angestellt. Ein auf dieselbe Weise von 11 bis 1 Uhr angestellter Versuch gab eine noch größere Differenz, im Sonnenlichte 73 Centim., im zerstreuten Lichte 4 Centim.

Bei einer Temperatur von  $+10^{\circ}$  reicht das Sonnenlicht hin, die Einwirkung so sehr zu beschleunigen, als dieses im zerstreuten Lichte nur durch eine Temperatur von  $+25^{\circ}$  hervorgebracht werden kann. Es scheint demnach, dass man leicht die Bedingungen, die theils dem Lichte, theils der Wärme allein bei der Oxydation der Oxalsäure zufallen, angeben könne.

Ein genaueres Studium dieses Zusammenhanges des Lichtes mit unserer Zersetzungsweise würde nähere Betrachtung specieller Zweige der Wissenschaft erfordern, die nicht eigentlich in's Gebiet der Chemie im engeren Sinne gehören. Ich begnüge mich, die Grundprincipe anzudeuten, die vielleicht für photometrische Bestimmungen von Nutzen sein können. Man erkennt leicht das Interesse, welches eine von Licht bedingte Reaction, die mit Gasentwicklung verbunden ist, darbietet.

Mit Hülfe des oben genannten Apparates wird das Gas gemessen, sowie es sich entwickelt. Indem nun die Farbe, die das Jod dem Wasser mittheilt, einige Schwierigkeiten in den Weg legen könnte, suchte ich noch andere Mittel, die unter dem Einflusse des Sonnenlichtes messbare Gasentwickelungen veranlassen sollten. Nach einigen Versuchen fand ich dann, dass Wasserstoffhyperoxyd diese Bedingungen erfülle.

Es reicht zu diesem Zwecke hin, Baryumhyperoxyd in sehr verdünnter Salzsäure aufzulösen, bis die Flüssigkeit so viel Sauerstoff aufgenommen hat, dass sie ihr drei- bis vierfaches Volumen Sauerstoff zu entwickeln vermag. Diese Flüssigkeit, die, nun vor dem Lichte geschützt, keine einzige Blase von Gas entwickelt, giebt unter Einfluss des Lichtes sogleich eine bedeutende Menge entwickelten Gases, welche durch directes Sonnenlicht noch vermehrt wird.

Die Wirkung von Platinschwamm auf eine Lösung von Oxalsäure und Jodsäure zeigt ähnliche Analogien als das Wasserstoffhyperoxyd. Bei einer Temperatur, bei welcher die beiden Körper gar nicht auf einander einwirkten, erzeugte Platinschwamm unmittelbar eine Entwicklung von kohlensaurem Gase. Hat man zwei dergleichen Apparate so regulirt, dass sie gleiche Quantitä-

ten Gas in gleichen Zeiten entwickeln, so wird, wenn man einerseits Platinschwamm anwendet, die Entwicklung um das 25- bis 30fache beschleunigt. Erhält man im erstern Falle 2—3 Maass Gas, so findet man im zweiten 60—90 Maass. Die anfängliche Einwirkung habe ich auf 60fache Verstärkung berechnet.

Um den Einfluss der Oberflächen bei dieser offenbar katalytischen Wirkung auszumitteln, habe ich den Platinschwamm durch Platinbleche ersetzt, indem ich 2 oder 3 sehr dünne Bleche, jedes von 84 Centim. Fläche, hineinwarf. Die Gasentwicklung nahm indessen hierdurch nicht merklich zu, indem sich die Bleche mit Gasblasen von anhaftender Kohlensäure bedeckten, welche die weitere Einwirkung störten.

Eine verschiedene Quantität von Platinschwamm hingegen hat sehr merklichen Einfluss; indessen ist das Resultat keineswegs dem Gewicht proportional. Als ich einerseits 5 Grm. Platinschwamm anwandte und andererseits 10 Grm., verhielten sich die Gasmengen wie 3 : 4.

Holzkohle vermehrt ebenfalls die Gasentwicklung anfänglich, später verlangsamt sich dieselbe und überhaupt steigert sie diese nur bis auf das Doppelte.

Die katalytische Wirkung, welche sich hier unter dem Einflusse von Platinschwamm zeigt, giebt uns eine entgegengesetzte Anschauung von derjenigen, welche bei wässerigen Lösungen stattfindet. Specielles Studium führten Reiset und mich überhaupt dahin, anzunehmen, dass der Platinschwamm ein durch Contact auf trockenem Wege wirkender Körper sei. Wasserstoffhyperoxyd verhielt sich hierbei zwar eigenthümlich, indessen könnte man diesen Fall vor der Hand als eine Ausnahme betrachten. Eben so wie hier die Zersetzung der Oxalsäure durch Jodsäure bedingt oder beschleunigt wurde, sieht man leicht ein, welche neue Ausdehnung die chemischen Erscheinungen bekommen, wenn sie auf Contactwirkung zurückgeführt werden.

Es bleibt mir nur noch übrig, von einer höchst eigenthümlichen Wirkung der Blausäure auf die Oxydation der Oxalsäure zu reden. Es genügen einige Tausendtheile von Blausäure, um die Oxydation der Oxalsäure durch Jodsäure vollständig zu hemmen. Eine Temperatur von 60—80° ist nun ganz ohne Wirkung, während sie sonst ein wahres Aufbrausen veranlasst. Bei 20 Grm. Jodsäure, die in wenig Wasser gelöst, und 10 Grm.

Oxalsäure, welche mit 50 Grm. Wasser in einem kleinen Kolben gemischt waren, reichten 10 Tropfen einer Blausäure, die höchstens 15 Proc. wasserfreie Säure hielt, hin, um die Gasentwicklung vollständig im Verlauf von 14 Tagen zu hemmen. Später wurde allerdings die Einwirkung der Blausäure überwunden, indem sich Jod zeigte.

Dieser Einfluss der Blausäure zeigt sich nun fast überall bei der Verbrennung organischer Stoffe durch Jodsäure, und lehrt, wie sehr die chemischen Reactionen abhängig sein können von der Gegenwart scheinbar unbedeutender Substanzen. So weit ich diesen seltsamen Gegenstand habe analytisch verfolgen können, sind die Resultate in Folgendem enthalten. Die Oxydation der Oxalsäure durch Jodsäure zerfällt in zwei wohl zu trennende Vorgänge: 1) Oxydation allein durch Jodsäure, sie ist die anfängliche, und 2) Oxydation durch Jodsäure bei Gegenwart von Jod. Die erste Einwirkung ist unverhältnissmässig gering und zeigt sich selbst bei Gegenwart von Blausäure; die zweite ist im Gegentheil sehr stark, sie kann aber nicht beim Contact mit Blausäure vor sich gehen, und es ist dieses natürlich, indem dieselbe das Jod, welches sich in Folge der ersten Einwirkung ausschied, durch Umwandlung in Jodcyan und Jodwasserstoffsäure verschwinden macht, und ich habe es nicht ohne Erstaunen bestätigt gefunden, dass bei Gegenwart von Jodcyan die Jodwasserstoffsäure nicht durch Jodsäure zersetzt wird.

Demnach ist leicht vorauszusehen, dass die Kohlensäure sich viel leichter durch Zersetzung der Oxalsäure bilden werde, wenn man zuvor etwas Jod mittelst Jodwasserstoffsäure aus der Jodsäure frei macht. Dieses haben meine Versuche in der That bestätigt. In zwei vergleichungsweise angestellten Versuchen erhielt ich durch dieses Verfahren zwei und ein halb Mal so viel Kohlensäure.

## 2) *Allgemeine Eigenschaften der Verbrennung organischer Körper durch Jodsäure.*

Die Oxydation organischer Körper durch Jodsäure kann nur bei löslichen mit Erfolg unternommen werden. Es fallen mithin die Fette, die Harze und die äth. Oele von selbst hinweg. Die Substanzen, die ich behandelte, ordnen sich in drei wohl zu unterscheidende Classen. 1) Solche, die sich nach Art der

Oxalsäure oxydiren, d. h. solche, deren Verbrennung langsam vor sich geht und allein von der Jodsäure oder vielmehr von der Jodsäure und Gegenwart von Jod abhängt. Hierher gehören neben Oxalsäure Ameisensäure, Weinsäure, Mekonsäure, Citronensäure, Milchsäure, Schleimsäure; ferner Stärke, Dextrin, Rohrzucker, Traubenzucker, Milchzucker, Salicin, Gummi; ebenso das Kartoffelfuselöl und der Benzoylwasserstoff, welcher letztere sich in Benzoësäure verwandelt. Alle diese Körper erleiden dieselbe Störung bei ihrer Verbrennung als die Oxalsäure, wenn Blausäure zugegen ist, selbst bei einer Temperatur von  $100^{\circ}$  und während der Zeit von mehreren Stunden.

Die Verbrennung aller der hierher gehörigen Körper erleidet merkliche Abänderungen bei Gegenwart von Platin und bei Einfluss des Lichtes. Kartoffelfuselöl und Benzoylwasserstoff ausgenommen, erhält man immer Kohlensäure und meistens ist die Verbrennung vollständig. So wird z. B. Rohrzucker so vollständig verbrannt, dass die Kohlensäure genau dem Kohlenstoffgehalte desselben entspricht, wie bei einer Elementaranalyse. Bei Salicin, Milchzucker, Weinsäure und Citronensäure scheint dieses nicht so exact stattzufinden, wenigstens nur, wenn man einen sehr grossen Ueberschuss von Jodsäure anwendet. Dazu geht die Verbrennung so langsam vor sich, selbst bei  $100^{\circ}$ , wie sie mir sonst bei diesen Versuchen nicht weiter vorgekommen ist.

Um einige Beispiele anzuführen, so bedarf es nicht weniger als einer ununterbrochenen Behandlung von 24 Stunden, um aus 1 Grm. Zucker alle Kohlensäure zu gewinnen, selbst wenn man einen grossen Ueberschuss von Jodsäure anwendet. Noch langsamer geht es mit Citronensäure und Milchzucker, merkwürdig widersteht der Traubenzucker dieser Einwirkung. Interessant ist es, dass der weiche diabetische Zucker sich sehr schnell und der harte und krystallisirte derselben Krankheit sich kaum oxydirt.

2) Es scheint passend, unter einer zweiten Classe alle die Substanzen aufzuzählen, welche sich selbst bei Gegenwart von Blausäure oxydiren lassen. Hierher gehören Albumin, Fibrin, Leim; ferner Aceton, Gallussäure, Gerbsäure, Kreosot und Morphin. Die vier letztgenannten Körper oxydiren sich so heftig, dass es wohl einzusehen ist, wie die Gegenwart der Blausäure nichts ändert. Mit Aceton bildet sich ein ölartiges, ganz eigen-

thümliches Product, es scheidet sich gar kein Jod aus, Blausäure kann mithin auch hier nichts ändern. Diese Classe bietet besonders merkwürdige Metamorphosen dar, und einige Versuche lassen mich die Entdeckung noch mancher interessanten Producte hier hoffen.

In allen diesen Fällen ist nöthig, die Jodsäure so wirksam als möglich zu machen, weshalb man sie im Ueberschusse anwendet. Diesen Ueberschuss entfernt man nachher wiederum durch Jodwasserstoffsäure. Das ausgeschiedene Jod trennt man durch Filtriren und Erwärmen bis auf 100°.

Die Art und Weise, in welcher Eiweiss und Leim durch Jodsäure reducirt werden, ist wesentlich verschieden von derjenigen, welche bei Morphin stattfindet. Aber nicht so verhält es sich bei Gerbsäure und Gallussäure, und man kann sagen, dass Gerbsäure, Gallussäure und Morphin sich hier dem Auge entziehen. Will man weiter diese Aehnlichkeit verfolgen, so erinnere man sich, dass die Reactionen des Morphins auf die Eisenoxydsalze denen ganz nahe stehen, welche sehr kleine Mengen Gallussäure und Gerbsäure hervorbringen; ohne sie lösen sie sich alle drei, wenn schon in verschiedenem Grade, in Weingeist. Eine dritte charakteristische Reaction, welche das Morphin darbietet, indem sich dasselbe mit Salpetersäure roth färbt, könnte sie unterscheiden, indessen geben Gerbsäure und Gallussäure analoge Farben. Weiter will ich die schon zu zahlreich gewordenen Beziehungen unter diesen Körpern nicht ausdehnen, sie schienen mir nur, so wie ich hier darauf geführt wurde, einer besonderen Betrachtung würdig.

3) Zur dritten Classe möchte ich die Körper zählen, die löslich sind und von Jodsäure nicht verändert werden: die Camphersäure, Essigsäure, Buttersäure und den Harnstoff. Die Essigsäure, welche ich anwandte, enthielt auch bei allen Proben eine kleine Menge einer durch Jodsäure zerstörbaren Substanz; eben so die Buttersäure, welche ich Pelouze verdankte. Der Leim und die durchsichtigen Körper des Auges widerstehen der Oxydation, selbst bei 100° und länger fortgesetzter Einwirkung. Man muss sich wundern, dass diese Körper vom Albumin und Fibrin abweichen. Indessen muss man bemerken, dass Albumin und Fibrin im Lebensprocesse dazu bestimmt sind, durch Oxydation Veränderungen zu erleiden, während Leim und der Krystallkörper aus-

andauern müssen. Was den Harnstoff anbetrifft, wenn schon derselbe durch manche empirische Mittel oxydirt werden mag, so ist es klar, dass derselbe bereits oxydirenden Einflüssen unserer Organe ausgesetzt war; dasselbe kann man von der Buttersäure und der Essigsäure sagen.

Kurz zusammengefasst, kann man sagen, dass die organischen Substanzen durch Jodsäure langsam, aber fast vollständig verbrennen, so wie bei einem Lebensprocesse.

Dahingegen entziehen sich dieser Art der Verbrennung die vom Organismus ausgesonderten, die verbrannten Producte, eben so die beständigen Stoffe unserer Organe. Ohne ein besonderes Gewicht auf die Modificationen zu legen, welche die Blausäure auf gleiche Weise beim Lebensprocesse, wie bei der oxydirenden Kraft der Jodsäure hervorruft, so glaube ich dennoch diese Parallele nicht gerade verwerfen zu dürfen. Ich schliesse mit der Bemerkung, dass weder die gelbe noch die rothe Eisencyan-alkaliumverbindung die Verbrennung durch Jodsäure hindert, so wie man weiss, dass sie selbst bei beträchtlichen Gaben dem Organismus nicht nachtheilig sind.

### 3) Ueber den Einfluss kleiner Mengen auf chemische Wirkungen.

Wenn man sich gewöhnt hat, überall bei den chemischen Erscheinungen die einfachen Gesetze der Affinität aufzusuchen, wenn ferner die täglich vervollkommnete Bestimmung der Atomgewichte die Lehre von den Verhältnissen unter äquivalenten Gewichts- oder Volumtheilen bereits zu einer der interessantesten der Chemie erhoben hat, so erscheint es um so mehr natürlich, wenn man die ganze Aufmerksamkeit diesem Theile der Chemie besonders widmet.

Aber neben diesen Verhältnissen nach Aequivalenten werden wir stets auf Thatsachen geführt, bei welchen unbegrenzte Massen den Gesetzen der unendlich kleinen folgen, und wo sich dieses bei merkwürdigen Erscheinungen zeigte, hat man sich leicht bequemt, die Gründe aufzusuchen. So wurde die durch einen Funken eingeleitete Verbrennung organischer Körper, die dann continuirlich fortschreitet, bald durch die chemische Analyse zu einem der elementarsten Dinge. Wo sich dieses Phänomen indessen in geringerem Maassstabe zeigt, wo es sich hinter hervor-

stechenden Reactionen der Massen versteckt, vermissen wir bis jetzt ihre Erklärung.

Die Thatsachen, welche uns die Wirkung sehr kleiner Massen bemerklich machen, sind bereits fast zahllos. Aber man begnügt sich, um so zu sagen, fast damit, sie nur zu bezeichnen, und die grosse Aufmerksamkeit, die man bei gewöhnlichen chemischen Ereignissen überall angewandt findet, vermissen wir hier fast völlig. Eine einzige Blase Sauerstoffgas ruft die Gährung des Traubensaftes hervor, einige Tropfen Kreosot verhüten die rasche Fäulniss thierischer Substanzen. Die Chemie hat sich bisher eben so wenig um die Ursachen dieser Erscheinungen bekümmert, als um die Betrachtung der Art und Weise, wie einige Tausendtheile eines Heilmittels den Organismus fördernd, und die Gifte tödtend wirken können.

Sollte es nun in der That unmöglich sein, die Einzelheiten der Aufeinanderfolge bei diesen Erscheinungen, so dunkel und so delicat sie auch sein mögen, zu verfolgen? Ich glaube es nicht. Die langsame und allmähliche Umwandlung des Oxamids in oxalsaures Ammoniak durch Gegenwart einer starken Säure hat schon längst ein ermutzigendes Beispiel gegeben. Hier sieht man, wie der erste Schritt der Reaction alle die übrigen hervorruft und sich die ganze Umwandlung ganz regelmässig und einfach gestaltet. Ich habe mich bei mehreren Arbeiten bemüht, die einzelnen Phasen solcher Erscheinungen gehörig zu unterscheiden, und bin zu der Ueberzeugung gekommen, dass man durch gehöriges Sondern der Erscheinungen ganz einfache Gesetze der Affinität finden wird. So die Umsetzung von chlorsaurem Kali in jodsaures durch Jod, nicht allein auf trockenem Wege nach Wöhler, sondern sogar auf nassem, bei Gegenwart einer starken Säure; die Darstellung des salpetersauren Aethers, indem man durch ein wenig Harnstoff die Bildung von salpetriger Säure verhütet; der Einfluss der salpetrigen Säure auf die Oxydation der Metalle durch Salpetersäure, die Vernichtung der oxydirenden Kraft der Jodsäure durch einige Tropfen Blausäure; alles dieses sind Beispiele des Einflusses kleiner Quantitäten. So verschieden nun auch alle diese einzelnen Thatsachen erscheinen, so sind sie sämmtlich auf die ganz normalen Affinitäten zurückführbar. Ich schliesse mit der Bekanntmachung einer Thatsache, welche zeigt, wie sehr verschieden geringe Quantitäten wirken können.

Bei den Resultaten einer Untersuchung, welche ich binnen Kurzem der Academie vorlegen werde, habe ich gefunden, dass es bei gleicher Zusammensetzung zwei verschiedene Quecksilberoxyde giebt. Das eine ist roth, das andere gelb; sie geben zwei isomere und grosse Reihen von Oxychloriden, in welchen man stets leicht das eine wie das andere erkennt. In einer dieser Reihen kann man willkürlich ein schwarzes Oxychlorid hervorbringen, welches dem rothen Oxyde entspricht, und eben so ein rothes Oxychlorid, welches dieselbe Zusammensetzung hat und dem gelben Oxyde entspricht. Diese so verschiedenen Verbindungen erhält man bei Anwendung derselben Reagentien und bei denselben Proportionen derselben. Das einfache Gemenge der Reagentien bringt constant das rothe Oxychlorid hervor; aber eine geringe Quantität des schwarzen Oxychlorids hinzugefügt, bewirkt sogleich die Entstehung des schwarzen an der Stelle des rothen.

Dieser eigenthümliche Vorgang chemischer Erscheinungen ist gewiss besonderer Aufmerksamkeit würdig. Man muss berücksichtigen, dass die Reactionen nicht allein unter äquivalenten Massen stattfinden, sondern dass sie auch zugleich den Gesetzen sehr kleiner Mengen folgen. Eine geringe Quantität hemmt oder vernichtet die Verbindung der grössten Massen.

Man muss sich bemühen, die Art und Weise, wie man secundäre Affinitäten verhütet, ausfindig zu machen, indem man die anfänglichen Reactionen namentlich berücksichtigt. Man muss Schritt für Schritt solche, wenn auch kleine Vorgänge verfolgen, die sich in einem fort wiederholen und die mit der Zeit die grössten Massen umwandeln.

Indem man sich nun mit diesen Reactionen vertraut macht, zuerst da, wo sie einfach und bestimmt und nicht zu zahlreich auftreten, und wo man einem jeden Reagens seinen Antheil an dem Resultate beilegen kann, wird man ohne Zweifel dahin gelangen, selbst für die verwickeltsten Erscheinungen der Metamorphosen, so wie sie sich jetzt bei den organischen Erscheinungen zeigen, den Faden des Zusammenhanges zu entdecken.

---

## III.

**Brief von Faraday an Dumas über flüssig dargestellte Gase.***(Ann. de Chim. et de Phys. III. Série. Janvier 1845.)*

Ich statue Ihnen meinen Dank ab für das Interesse, welches Sie meinen Versuchen schenken. Wiewohl sie mich seit 6 Monaten beschäftigen, so sind sie sehr bald mitgetheilt. Sie erinnern sich der Versuche, welche Aimé (*Annales de Chimie et de Physique*, III. Série. Tom. VIII. p. 257) gemacht hat; er liess Gase auf den Meeresgrund hinab, um sie auf diese Weise einem grossen Drucke auszusetzen. Diese Resultate liessen sich während des Druckes nicht beobachten, dazu waren sie bei gewöhnlicher Temperatur angestellt. Eben so erinnern Sie sich der Versuche von Cagniard de la Tour über den Aether, durch welche er ausmittelte, dass die Flüssigkeiten sich bei einer gewissen Temperatur in Dampf verwandeln, ohne ihr Volumen zu ändern.

Wenn nun dieser Punct des Flüssigwerdens immer tiefer liegt, so wie die Körper an Flüchtigkeit und Leichtigkeit zunehmen und nur als Gase existiren, so hat man nur sehr wenig oder gar keine Hoffnung, Körper wie Sauerstoff, Stickstoff oder Wasserstoff flüssig zu machen, so lange man bei gewöhnlicher Temperatur operirt, da ihr Punct des Flüssigwerdens höchst wahrscheinlich unter der gewöhnlichen, selbst unter einer sehr erniedrigten Temperatur liegt.

Sie haben hierin den Schlüssel zu meinen Versuchen.

Ich habe mir zuerst eine sehr niedrige Temperatur zu verschaffen gesucht, und zwar auf dem Wege, dass ich das Thilorier'sche Bad von fester Kohlensäure und Aether anwandte; nur bediente ich mich dabei zugleich eines Recipienten der Luftpumpe, unter welchen ich das Bad brachte. Indem ich nun immer den Raum leer erhielt, habe ich die Temperatur so erniedrigt, dass die Kohlensäure im Bade nicht flüchtiger mehr war als Wasser bei 30°; denn das Barometer hatte nur 28,2 Zoll, während es ausserhalb 29,4 zeigte.

Weiter verfuhr ich nun, indem ich kleine Glas- und Kupferrohren mittelst Stöpsel und Hähnen so vorrichtete, dass ich durch zwei Pumpen Gase so zusammendrücken konnte, dass sie einen

Druck von 40 Atmosphären zu tragen hatten und dabei zugleich einer solchen Kälte unter dem Apparate ausgesetzt wurden.

Wie ich erwartete, bekam ich Resultate, die ich ohne eine solche Temperaturerniedrigung nicht würde erreicht haben, vorzüglich bei dem Festwerden gasförmiger Körper. Ich theile Ihnen diese verschiedenen Resultate hier in der Kürze mit.

Derjenigen Gase, welche man bereits verdichtet hat, erinnern Sie sich, und ich glaube, dass ich diesen noch das Arsenwasserstoffgas hinzufüge. Es ist im Uebrigen wahrscheinlich, dass Aimé bereits das ölbildende Gas und das Fluorsilicium condensirt hat.

*Oelbildendes Gas* giebt eine schön klare Flüssigkeit, sie ist farblos, durchsichtig, wurde aber nicht fest; sie löst Harze, Fette und bituminöse Körper auf.

*Jodwasserstoffsäure* kann man flüssig und fest erhalten; fest ist sie eine ganz dem Eise ähnliche Masse, meistens rissig, ganz hell und durchsichtig.

*Bromwasserstoffsäure* eben so, sie ist in beiden Zuständen ebenfalls durchsichtig und klar.

Diese beiden Säuren bedürfen einer sehr sorgfältigen Destillation in verschlossenen Gefäßen und starken Druck, um völlig farblos erhalten zu werden.

*Fluorkieselgas* wurde bei der allerniedrigsten Temperatur flüssig. Es ist in diesem Zustande äusserst beweglich, sehr flüssig, wie warmer Aether. Diese Flüssigkeit bringt ungefähr einen Druck von 9 Atmosphären hervor und wird nicht fest. Sie ist durchsichtig und farblos.

*Fluorbor- und Phosphorwasserstoff* gaben einige Zeichen der Verdichtung.

*Chlorwasserstoff* wird leicht schon bei weniger als dem Druck einer Atmosphäre flüssig, wird aber nicht fest.

*Schweflige Säure* wird gleich fest, wie man erwarten konnte.

*Schwefelwasserstoff* wird fest und stellt eine weisse durchsichtige, krystallinische Masse dar, wie erstarrtes salpetersaures Ammoniak oder Campher oder erstarrtes Wasser.

*Kohlensäure*, welche auf diese Weise aus dem flüssigen in den festen Zustand übergeht, ist ein sehr schöner Körper, ganz durchsichtig wie Krystall, so dass ich nicht sehen konnte, ob das Glas voll oder leer war, und deswegen erst einen Theil

schmelzen lassen musste. Die feste Kohlensäure übt einen Druck von 6 Atmosphären aus, daher wird sie so leicht fest, wenn man sie an die freie Luft lässt.

*Chloroxyd* ist eine schöne roth orangefarbene krystallinische Masse, sehr mürbe, zeigt keine Spur explosiver Eigenschaften.

*Stickstoffoxydul* hatte ich schon früher verdichtet. Ich habe gelesen, dass Hr. Natterer meine Versuche wiederholt hat, indem er eine Pumpe zum Drucke anwandte. Ich habe es mir ebenfalls mit meiner Pumpe flüssig gemacht, aber noch mehr, ich habe es auch in den festen Zustand gebracht. Ich erhielt einen schneeweißen, krystallinischen, durchsichtigen oder farblosen Körper, aber in diesem Zustande hält sein Dampf nicht einer Atmosphäre das Gleichgewicht; es stimmt dieses noch mit einem andern Versuche überein, wobei ich ein Gefäss öffnete, welches das flüssige Stickoxydul enthielt, und nun durch das Verdampfen eines Theiles das übrige erkältete, aber nicht fest machte. Die Kälte, die durch dieses Verdampfen hervorgebracht wird, ist sehr gross, und ich prüfte sie dadurch, dass ich ein mit flüssigem Stickgas gefülltes Röhrchen in ein Bad von fester Kohlensäure und Aether stellte. Dieses, welches so augenblicklich das Quecksilber zum Gefrieren bringt, verhielt sich wie eine heisse Flüssigkeit und brachte augenblicklich das Stickoxydul zum Kochen. Ich bin jetzt damit beschäftigt, ein Bad von flüssigem Stickoxydul bei Versuchen über Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff anzuwenden, denn wenn dieses ebenfalls unter der Luftpumpe behandelt wird, wird es auch hier das Kohlensäurebad noch übertreffen.

*Cyngas* erstarrt, wie es schon Boussy gezeigt hat.

*Ammoniak*, rein und trocken, kann man im festen Zustande erhalten; es erscheint weiss, krystallinisch und durchsichtig, schwerer als flüssiges Ammoniak, und riecht kaum, der schwachen Tension bei dieser Temperatur wegen.

*Arsenwasserstoff* und *Chlor* gingen aus dem flüssigen nicht in den festen Zustand über.

*Weingeist* wird dick wie ein kaltes Oel, aber er krystallisirt nicht, noch weniger das Caoutchén, Campher und das Terpentinöl, aber diese Körper werden leimartig.

*Kohlenoxyd* und *Stickoxyd* gaben kein Zeichen des Flüssigwerdens bei der allerniedrigsten Temperatur und einem Drucke von 30 — 35 Atmosphären.

Bei diesen Versuchen allen habe ich dann noch verschiedene Beobachtungen über die relativen Zahlen ihrer Schmelzpunkte, Expansion bei verschiedenen Temperaturen u. s. w. gemacht. Ich werde diese in einer Abhandlung über diesen Gegenstand mittheilen, wobei ich hoffe, einiges Neue über den flüssigen Zustand des Sauerstoffes, Stickstoffes und Wasserstoffes mittheilen zu können.

Wird es sich nun zeigen, dass der Wasserstoff ein Metall ist, wie Sie glauben? Der Stickstoff, wird er ein Metall sein oder wird er wohl seinen Platz unter den Nichtmetallen behalten? Der Versuch wird es uns lehren.

---

#### IV.

### Ueber das Chrom.

Von

**Eug. Péligot.**

(*Ann. de Chim. et de Phys. III. Série. Janv. 1845.*)

(Auszug.)

Ich werde in dieser Abhandlung einige Chromverbindungen bekannt machen, welche ein helleres Licht über das Chrom und seine nahe Verwandtschaft mit Eisen und Mangan verbreiten. Ich wurde auf diese Untersuchung durch meine Arbeiten über das Uran geführt, indem ich unsere Kenntnisse über dieses Metall durch ein genaueres Studium beträchtlich erweiterte, und wenn sie auch mehrfach durch Umstände, die ich nicht ändern konnte, unterbrochen wurde, so enthält sie bereits Einiges, was mir der Mittheilung werth scheint.

Bei der Darstellung des violetten Chlorchroms  $\text{Cr}_2\text{Cl}_3$  durch Glühen eines Gemenges von Kohle und Chromoxyd in einem Strome Chlorgas, erzeugt sich oft ein Körper, welcher der Aufmerksamkeit der Chemiker entgangen zu sein scheint. Er erscheint bald in Gestalt sehr feiner, weisser und seidenartiger Krystalle, bald findet er sich in geschmolzenen, farblosen Massen von faseriger Textur. Mit Luft in Berührung, verändert er sich schnell, indem er zu einer grünen Flüssigkeit zergeht.

Es ist nun sehr schwierig, diesen neuen Körper in einem zur Analyse geeigneten Zustande zu bekommen, indem er mit sämtlichen übrigen, die zu seiner Entstehung beitrugen, gemengt ist; indessen lassen meine Analysen dennoch keinen Zweifel, dass es eine Chlorverbindung des Chroms zu gleichen Aequivalenten ist.

Dagegen bietet sich durch Behandlung des violetten Chromchlorids mit Wasserstoff ein Weg dar, auf welchem man dieselbe Verbindung leicht in grosser Menge und rein erhalten kann. Sie bildet sich schon bei einer Temperatur, wobei das Glasrohr noch nicht leidet, und die Umwandlung ist vollständig, wenn sich kein salzsaures Gas mehr entwickelt. Man hat alsdann im Glasrohre ein weisses filzartiges Product in der Form der angewandten Chloridmassen. Dieses erhaltene Chromchlorür löst sich in Wasser unter Wärme-Entwicklung zu einer blauen Flüssigkeit auf, welche sich am Luftzutritt sehr schnell grün färbt, denn sie absorbirt den Sauerstoff mit ausserordentlicher Begierde. Dieser Umstand macht das Studium seiner Reactionen sehr misslich.

Durch die Analyse habe ich folgende Zahlen erhalten:

	1.	2.	3.
Angewandte Substanz	0,934	2,054	2,027
Chlorsilber	2,213	4,714	2,690
grünes Chromoxyd	0,562	1,281	1,246,

welche zu folgender Formel führen:

Berechnet.		Gefunden..		
		1.	2.	3.
Cl =	442,6	57,4	58,4	56,7
Cr =	328,0	42,6	39,4	42,7
	770,6	100,0	97,8	99,4
				99,0.

Das Chrom ist hierin nach der von mir gegebenen Zahl berechnet, weil ich das gebräuchliche Atomgewicht = 351,8 zu hoch fand.

Das reine Chromchlorür habe ich dargestellt, indem ich nach der oben angegebenen Methode verfuhr; um indessen das Wasserstoffgas von allem Sauerstoffgas zu befreien, ging dasselbe zunächst in eine Lösung von Zinnchlorür in Kali, wurde dann durch Schwefelsäure getrocknet, hierauf ging es über rothglühendes

Kupfer und wurde dann nochmals durch Chlorcalcium und Schwefelsäure getrocknet.

Vernachlässigt man diese Vorsichtsmaassregeln, so läuft man Gefahr, ein Product zu erhalten, welches in Wasser nicht vollständig löslich ist und nicht die Eigenschaften einer bestimmten Verbindung hat. Es erklärt dieses, wie Moberg, welcher 1843 die Wirkung von Wasserstoff auf Chromchlorid angegeben hat, die eigentliche Natur des Chromchlorürs übersehen konnte. Sein Product hinterliess immer einen Rückstand beim Auflösen in Wasser, etwa an 7 Procent, und wiewohl er sich nicht über das lösliche Product ausgesprochen hat, so scheint er anzunehmen, dass es Sauerstoff enthalte.

Ich muss hinzufügen, indem ich Moberg's Verfahren zwar modificirt anwandte, um das Chromchlorür zu erhalten, dass ich schon vor ihm 1842, wie dieses mehrere Chemiker, denen ich es mittheilte, bezeugen können, damit beschäftigt war, die Existenz und die Eigenschaften dieses Körpers festzustellen, welchen ich aus Chromchlorid, Kohle und Chlor darstellte.

Das Chromchlorür  $\text{Cr Cl}$  entspricht dem Chromoxydul  $\text{Cr O}$ , welches bisher in der Reihe fehlte.

Die Menge Sauerstoff, welche die blaue Lösung des Chromchlorürs unter grüner Färbung derselben aufnimmt, habe ich bestimmt, indem ich in eine graduirte Glocke, die mit Sauerstoff angefüllt war, eine gewogene Menge des Chlorürs und eine bestimmte Menge Wasser, um es zu lösen, brachte. Ich fand, dass 7,70 des Chlorürs 0,5 Sauerstoff aufnahmen. Drei Versuche, die sehr gut unter einander stimmten, gaben mir diese Zahlen. Die hieraus entspringende Formel  $\text{Cr}_2 \text{Cl}_2 \text{O}$  verhält sich zum Chromoxyd  $\text{Cr}_2 \text{O}_3$  eben so wie die Chlorochromsäure  $\text{Cr Cl O}_2$  zur Chromsäure  $\text{Cr O}_3$ .

Sehr merkwürdig ist die Wirkung des Chromchlorürs auf Chromchlorid und erklärt zugleich die sehr verschiedenen Angaben über die Löslichkeit des Chlorids. Das nach der angegebenen Methode erhaltene violette Chlorid ist in der That durchaus unlöslich, sowohl in kaltem als heissem Wasser, eben so in mit irgend einer Säure beladenem Wasser, selbst kochende, concentrirte Schwefelsäure und Königswasser greifen dasselbe nicht an. Es löst sich aber sehr leicht in einer Flüssigkeit, die Chromchlorür enthält, zu einer grünen Flüssigkeit auf, woraus sich der

Irrthum oben genannter Angaben erklärt, indem diese die Eigenschaften eines wässrigen Chromchlorids, so wie man es z. B. durch Behandeln von Chromsäure mit Salzsäure erhält, darbietet.

Die Auflösung des violetten Chlorids durch das Chlorür geht unter starker Wärme-Entwicklung vor sich, weshalb ich glaubte, dass dabei bestimmte Verbindungen stattfänden, und Versuche mit äquivalenten Mengen anstellte; ich fand indessen, dass eine höchst geringe Menge des weissen Chlorürs eine beträchtliche Menge des Chlorids löst, so dass dieses eigentlich keine bestimmten Grenzen hat und nicht eine chemische, sondern eine physikalische Erscheinung ist, vielmehr eine Molecülär-Aenderung des Chlorids.

Um mich hiervon zu überzeugen, habe ich in ein Wasser, welches ein Tausendtheil des Chlorürs gelöst enthielt, Krystalle des Chlorids geworfen; sie verschwanden augenblicklich unter Erwärmung und grüner Färbung der Flüssigkeit, in welcher Menge das Chlorid auch angewandt wurde. Um die Grenze dieser Wirkung ausfindig zu machen, habe ich eine Flüssigkeit, die nur ein Zehntausendtheil an Chlorür enthielt, angewandt, und stets noch grüne Färbung und Erwärmung erhalten, welche Mengen des Chlorids ich auch anwenden mochte. Weiter habe ich diese Versuche gar nicht getrieben, indessen zweifle ich nicht, dass noch viel geringere Quantitäten diese Erscheinung bewirken.

Ich habe ferner gefunden, dass das Chromchlorür, wenn es allen Sauerstoff, den es aufnehmen kann, absorbirt hat, wodurch es also an und für sich grün geworden ist, dadurch die Eigenschaft, das violette Chlorid zu lösen, völlig verloren hat. Man braucht, um diese Eigenschaft zu vernichten, die Lösung nur einige Augenblicke in einer Luft enthaltenden Flasche zu schütteln. Um daher den vorhin angeführten Versuch zu machen, muss man alle Luft entweder durch längeres Kochen, oder durch Kohlensäure austreiben.

Endlich eignet sich weder das auf nassem Wege bereitete Chromchlorid, noch eine andere Chlorverbindung dazu, das violette Chlorür aufzulösen.

Die grüne Flüssigkeit, welche durch Berührung des Chromchlorids mit der sehr verdünnten des weissen Chlorürs entsteht, giebt bei sehr langsamem Trocknen im leeren Raume bei Anwendung austrocknender Mittel körnige Krystalle, welche, wiewohl

sie sehr leicht löslich sind, leicht von der Mutterlauge befreit werden können. Ihre Zusammensetzung ist:



und die Analyse gab die folgenden Zahlen:

	1.	2.
Angewandte Substanz	1,529	1,928
Chlorsilber	2,454	3,061
Chromoxyd	0,478	0,577.

Diese Zahlen führen zu der Formel:

	Berechnet.	Gefunden.	
		1.	2.
$\text{Cr}_2 =$	656,0	19,7	21,6
$\text{Cl}_3 =$	1327,9	39,8	39,6
$12 \text{HO} =$	1350,0	40,5	38,8
	<hr/> 3333,9	<hr/> 100,0	<hr/> 100,0

Ein zweites Chromoxydhydrat mit dem halben Wassergehalte des vorigen erhält man, wenn man die grüne Flüssigkeit, die man durch Behandlung von chromsaurem Blei mit Weingeist und Salzsäure erhielt, im leeren Raume zur Trockne bringt. Es bleibt dabei eine sehr zerfliessliche, amorphe Masse, die sich erhitzt, wenn man sie mit Wasser zusammenbringt.

3,174 Grm. dieses Chlorids wurden in einem bestimmten Volumen Wasser aufgelöst; die Hälfte dieser Lösung lieferte 2,792 Grm. Chlorsilber. Die andere Hälfte gab 0,512 Chromoxyd. Hiernach ergibt sich die Formel:

	Berechnet.	Gefunden.
$\text{Cr}_2 =$	656,0	24,6
$\text{Cl}_3 =$	1327,9	49,9
$6 \text{HO} =$	675,0	25,5
	<hr/> 2658,9	<hr/> 100,0

Die Differenz im Wassergehalte unter diesen beiden Hydraten kann daher rühren, dass dieses letztere viel länger getrocknet war.

Die blaue Flüssigkeit des Chromchlorürs giebt, wenn sie vor dem Zutritt der Luft geschützt ist, folgende Reactionen.

Mit Kali erhält man unter Wasserstoff-Entwicklung einen braunen Niederschlag; ich komme später darauf zurück.

Der Niederschlag mit Ammoniak ist weisslich-grün, dem Chromoxydhydrat ähnlich, aber etwas heller; er entwickelt kein Wasserstoffgas. Ein Gemenge von Ammoniak und Ammoniak-salz giebt damit eine blaue Flüssigkeit, welche durch Oxydation bald roth wird. Einfach-Schwefelkalium giebt einen schwarzen Niederschlag von Schwefelchrom, im Ueberschuss unlöslich; es ist bekannt, dass durch dasselbe Reagens aus den Chromoxydsalzen nur Chromoxydhydrat gefällt wird.

Kaliumeisencyanür schlägt diese Lösung gelbgrün nieder.

Diese Lösung ist gewiss eins der kräftigsten Reductionsmittel, welche man hat.

Mit neutralem chromsaurem Kali giebt sie einen braunen Niederschlag, wahrscheinlich vom Chromdeutoxyd; im Ueberschuss angewandt, löst sich derselbe wieder, die Flüssigkeit wird grün und lässt jetzt nur Chromoxyd erkennen.

Bei Einwirkung von Chlor wird sie unmittelbar grün. Mit Quecksilberchlorid giebt sie sogleich einen Niederschlag von Calomel.

Aus Kupferoxydsalzen fällt die Lösung weisses Kupferchlorür und bei Ueberschuss einen rothen Niederschlag von Kupferoxydul.

Wolframsäure wird durch die Lösung unmittelbar in das blaue Oxyd verwandelt.

#### *Wirkung von Kali auf Chromchlorür.*

Bringt man Kali mit der blauen Lösung des Chromchlorürs in Berührung, so erscheint ein dunkelbrauner Niederschlag, welcher nach einiger Zeit die röthliche Farbe des Eisenoxydhydrats annimmt. Dieser ist anfangs gewiss Chromoxydulhydrat, welches sich aber schnell verändert und die Veranlassung zu einer Wasserzersetzung giebt, wobei es eine intermediäre Oxydationsstufe zwischen Oxydul und Oxyd, dem Magneteisenstein analog, annimmt.

Diese neue Oxydationsstufe nenne ich, der Nomenclatur gemäss, *Chromdeutoxyd*; sie muss, wie sich ergiebt, unter Wasserstoff-Entwicklung entstehen. Bringt man in eine mit Quecksilber gefüllte Glocke eine Lösung von Chromchlorür, dann eine Lösung von Kali, so entwickelt sich in demselben Augenblicke, wo der braune Niederschlag erscheint, auch Wasserstoff, welcher

sich oben ansammelt. Aber die Wasserzersetzung ist nur bei Siedehitze vollständig.

Das nach dem Auswaschen mit siedendem Wasser zurückbleibende Oxyd ist nach dem Trocknen im leeren Raume ein Pulver vom Ansehen des spanischen Tabaks; es wird von Säuren wenig angegriffen. Erhitzt, verliert es anfangs Wasser, bei höherer Temperatur entzündet es sich und wandelt sich plötzlich in Chromoxyd um.

Diese Entzündung findet selbst in einem sauerstofffreien Mittel statt und ist von Wasserstoff-Entwicklung begleitet.

Dieser letztere ist auf Kosten des Hydratwassers gebildet, welches das Oxydoxydul enthält, indem das Oxydul darin sich oxydirt, welches man in  $\text{Cr}_3\text{O}_4$ , wenn man statt dessen  $\text{CrO} + \text{Cr}_2\text{O}_3$  schreibt, annehmen kann.

Die Zusammensetzung dieses Oxyds habe ich auf folgende Weise ausgemittelt:

1) Indem ich die Gewichtszunahme des Oxyds bestimmte, welches nach dem Glühen des Oxydoxyduls blieb.

2) Indem ich die Menge Wasser wog, welche ein bestimmtes Quantum des Oxyds in trockner Kohlensäure verlor; der Rückstand wurde dabei ebenfalls gewogen und das Volumen des Wasserstoffgases, welches sich durch Oxydation des Oxyduls entwickelte, gemessen. So erhält man durch einen einzigen Versuch alle Elemente, welche die Rechnung erfordert. Der Wasserstoff giebt die Menge des zur Oxydation erforderlichen Sauerstoffes an, eben so die des entsprechenden Wassers; fügt man dazu die im Rohre gesammelte Wassermenge, so hat man die ganze Summe des Wassers, welches das Hydrat enthielt, und welche, vom Totalgewicht der ganzen Masse subtrahirt, das Gewicht des wasserfreien Oxydoxyduls giebt. Die Wägung des hinterbliebenen Oxyds dient zur Controle.

3) Indem ich das Oxydoxydul mit Kupferoxyd, wie bei einer organischen Analyse, mengte und glühte, und das ganze erhaltene Wasser bestimmte.

Die Resultate dieser Analysen sind folgende:

I. Angewandtes Oxydoxydul	1,233 Grm.
Oxyd	1,194.
Angewandtes Oxydoxydul	1,589
Wasser	0,114.

II. Angewandtes Oxydoxydul	1,408 Grm.
Oxyd	1,351.
III. Angewandtes Oxydoxydul	2,481
Oxyd	2,402
Wasser	0,069.

Von dieser letzteren Probe erhielt ich noch 144 Cubikce Wasserstoff bei 17,5° und 0,750 Mm. Barometerst., woraus folgende Zahlen berechnen:

	1.	2.	3.	Berechn.
Oxyd	96,8	95,9	96,7	95,
Wasser	7,0	—	7,0	7,
die erforderliche Sauerstoff-				
menge, um das Oxydul in				
Oxyd zu verwandeln	—	—	3,8	3,
wasserfreies Oxyd	—	—	92,9	92,

Das durch Kali gefällte Oxyd enthält stets einen Rückhalt Alkali's, wenn man auch noch so lange ausgewaschen hat. D rührt die etwas zu gross gefundene Menge des Oxyds und die geringe des Wassers; indessen ändert dieser Umstand die Formel nicht im mindesten, welche  $\text{Cr}_3 \text{O}_4 \text{HO}$  ist.

### *Essigsaures Chromoxydul*

entsteht, wenn man gehörig verdünnte Auflösungen des Chromchlorürs mit essigsaurem Natron nach Aequivalenten mischt, unter violettrother Färbung der Flüssigkeit, als ein sich schnell zu Boden setzender, aus kleinen rothen, glänzenden Krystallen gebildeter Niederschlag.

Um dieses Salz unverändert zu bekommen, welches Sauerstoff im höchsten Grade leicht absorbirt, ist es durch nöthig, alle Operationen, wie Filtriren, Waschen, Trocknen in sauerstofffreien Vorrichtungen vorzunehmen, indem man Behälter anwendet, aus welchen man alle Luft durch Kohlensäure austreibt; eben so muss das Waschwasser durch Auskochen oder durch Umlösen mit Kohlensäure vollständig sauerstofffrei und auf 50° erwärmt sein. Das Salz trocknet im leeren Raume.

Erst nach vollkommenem Austrocknen darf man das Salz heraus nehmen; denn wenn es noch feucht ist, so absorbiert es Sauerstoff.

en Sauerstoff mit solcher Heftigkeit, dass im wahren Sinne eine Verbrennung eintritt.

Das Salz ist in kaltem Wasser und Weingeist wenig löslich, in heissem Wasser löst es sich; die rothe Lösung nimmt an der Luft schnell die charakteristische violette Farbe der Chromoxydlösung an.

Selbst ganz trocken kann man es nur in mit Kohlensäure oder Stickgas gefüllten Flaschen aufbewahren; an der Luft wird daraus sehr bald ein grünes, in Wasser lösliches Pulver.

Die Analyse dieses Salzes habe ich vielfach wiederholt, indem ich bald fand, dass das Atomgewicht des Chroms einer Aenderung bedürfe. Ich bestimmte dieses durch mit der grössten Sorgfalt angestellte Analysen, wobei ich die Kohlensäure und das durch Glühen erhaltene Oxyd gewogen habe.

Die Resultate folgen hiernach:

I.	Angewandte Substanz	0,982 Grm.
	Wasser	0,396
	Kohlensäure	0,900
	Substanz	1,061
	Oxyd	0,422
	Substanz	1,120
	Oxyd	0,443.
II.	Angewandte Substanz	2,098
	Wasser	0,820
	Kohlensäure	1,934
	Substanz	1,602
	Oxyd	0,622.
III.	Angewandte Substanz	2,748
	Wasser	1,392
	Kohlensäure	2,491
	Substanz	1,837
	Oxyd	0,716.
IV.	Angewandte Substanz	3,602
	Wasser	1,092
	Kohlensäure	0,480
	Substanz	1,302
	Chromoxyd	3,291.

V.	Angewandte Substanz	1,697 Grm.
	Wasser	0,666
	Kohlensäure	1,552
	Substanz	3,447
	Chromoxyd	1,392.
VI.	Angewandte Substanz	2,183
	Oxyd	0,884.
VII.	Angewandte Substanz	2,099
	Wasser	0,822
	Kohlensäure	1,940
	Substanz	2,267
	Oxyd	0,913.

Hieraus ergeben sich nun folgende Zahlen:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Kohlenstoff	24,9	25,1	24,7	24,9	24,9	—	25,2
Wasserstoff	4,4	4,3	4,4	4,1	4,3	—	4,3
Chromoxyd	39,7	38,8	40,2	39,9	40,3	40,4	40,2.

Der gefundene Kohlenstoff und das Wasser des essigsauren Chromchlorürs zeigen nun, dass die Zusammensetzung desselben folgende sein müsse:  $C_4 H_4 O_4 CrO$ .

Berechnet man nun nach dem Atom des Chroms von Berzelius = 351,8, so erhält man für das Chromoxydul Zahlen, welche zu sehr von den Analysen abweichen, wenn obige Analysen richtig sind. Die Formel giebt nämlich:

$$\begin{aligned}
 C_4 &= 24,9 \\
 H_4 &= 4,1 \\
 O_4 &= 33,4 \\
 CrO &= 37,6.
 \end{aligned}$$

Dieses Salz müsste 41,8 Chromoxyd geben.

Ohnehin haben wir schon gesehen, dass auch das Chromchlorür zeigte, dass das bisher übliche Atom des Chroms zu hoch sei; die Analysen des essigsauren Chromoxyduls, welche eine grosse Genauigkeit zulassen, können dazu dienen, dasselbe zu berichtigen.

Das Mittel aus 6 Analysen musste sich in der That der Wahrheit sehr nähern; indessen wird man zugestehen, dass der Verfasser einer Arbeit selbst am besten den Werth seiner Analysen zu beurtheilen weiss, und indem ich, mit den durch die ersten

analysen gemachten Erfahrungen ausgerüstet, die 7. mit der allergrössten Sorgfalt anstellte, so ziehe ich statt des Mittels aus mehreren Analysen diese einzige vor, wonach sich durch folgende Proportion:  $300:(x + 150) = 25,2 : 40,2$  das Atom des Chroms  $= 328$  findet.

Nach dieser Zahl berechnet, liefert das essigsaure Chromoxyd nach dem Trocknen im leeren Raume die folgenden Resultate:

$C_4$	$= 300$	25,4
$H_4$	$= 50$	4,2
$O_4$	$= 400$	33,9
$CrO$	$= 428$	36,3
<hr/>		
	1178	100,0,

und müsste beim Glühen 40,5 Chromoxyd hinterlassen.

Da indessen die verschiedenen Analysen dieses Atomgewicht doch zu sehr schwankend lassen, indem es darnach zwischen 325 und 335 variirt, so bin ich weit entfernt, dieses Atomgewicht alsehlerfrei zu betrachten. Dagegen möchte ich bemerken, dass von Berzelius angewandte Methode der Bestimmung dieses Chroms ebenfalls noch manches zu wünschen übrig lässt. Der- selbe hatte eine gewogene Menge von salpetersaurem Bleioxyd durch neutrales chromsaures Kali gefällt und daraus das Chrom berechnet, durch Subtraction des Bleioxyds und des in der Chromsäure enthaltenen Sauerstoffes. Abgesehen davon, dass nicht rathsam ist, eine kleine Zahl mittelst des sehr hohen equivalents einer andern Verbindung abzuleiten, so liegt eine sehr grosse Schwierigkeit, die man kaum so gross anschlägt, in dem Umstande, dass das salpetersaure Bleioxyd nicht leicht vollständig getrocknet werden kann. Dazu ist es schwer, neutrales chromsaures Kali darzustellen und sich davon zu überzeugen, dass die Verbindung richtig beschaffen ist, und man weiss, dass ein basisches chromsaures Bleioxyd giebt.

#### *Schwefelsaures Chromoxydul-Kali.*

Ich erhielt diese Verbindung, als ich Chromchlorür mit einer mit gesättigten Lösung von schwefelsaurem Kali in Berührung brachte und so viel Weingeist hinzugoss, als eben erforderlich, um einen geringen Niederschlag hervorzubringen. Diese Flüs-

sigkeit, wohl verschlossen sich selbst überlassen, giebt nach einigen Wochen blaue Krystalle. Die Krystallform konnte zwar der Schwierigkeit wegen, welche die schnelle Oxydation der Verbindung beim Luftzutritt herbeiführt, nicht genau bestimmt werden, stimmte aber im Aeussern mit dem entsprechenden Eisenoxydsalze überein und gehört ohne Zweifel jener grossen Gruppe von Salzen an, welche zugleich dieselbe Zusammensetzung haben und in schief rhombischen Säulen krystallisiren. Die Zusammensetzung ergibt sich aus folgender Analyse:

			Formel.	Berechn.	Gefunden.	
					1.	2.
1)	Substanz	1,890	$2 \text{ SO}_3 = 1002$	37,1	—	37,0
	Chromoxyd	0,355	$\text{CrO} = 418$	15,9	16,9	17,0
2)	Substanz	1,712	$\text{KO} = 590$	—	—	—
	schwefelsauer Baryt	1,890	$6 \text{ HO} = 675$	—	—	—
	Chromoxyd	0,315				
				2695.		

Das Chrom hat demnach 5 Oxydationsstufen und steht Eisen in dieser Beziehung, so wie schon ohnehin durch sein Atomgewicht, sehr nahe.

1) Chromoxydul,  $\text{CrO}$ , sehr wahrscheinlich dem Eisenoxydul isomorph, absorbirt wie dieses Sauerstoff und als Hydrat zersetzt es das Hydratwasser.

2) Chromoxydoxydul,  $\text{Cr}_3\text{O}_4$ , dem Magneteisenstein entsprechend, erzeugt sich unter denselben Umständen wie jenes, und ich erinnere, dass Magneteisenstein und Chromeisenstein isomorph sind.

3) Chrombioxydul,  $\text{CrO}_2$ , welches man wie chromsaures Chromoxyd betrachten kann ( $\text{CrO}_3 \text{ Cr}_2\text{O}_3$ ) und welche Verbindung beim Eisen unzweifelhaft erhalten werden muss, wenn man das eisensaure Kali mit einem Eisenoxydsalze versetzt; ohnehin existirt die entsprechende Schwefelungsstufe  $\text{FeS}_2$ .

4) Chromoxyd,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , dem Eisenoxyd isomorph.

5) Chromsäure,  $\text{CrO}_3$ , gewiss mit der Eisensäure isomorph, sobald uns diese genauer bekannt sein wird.

So erscheint es mithin wahrscheinlich, dass alle Chromverbindungen ihre entsprechenden isomorphen Eisenverbindungen

haben; verschieden zeigen sich diese beiden Metalle besonders in ihren Oxydulverbindungen, welche beim Chrom viel constanter sind und die grosse Schwierigkeit der Reindarstellung des metallischen Chroms bedingen.

Ich will hierbei noch bemerken, dass ich dieses Metall nicht mittelst Kohle aus dem Oxyde darstelle, weil hierbei ein Kohlenmetall, wie beim Eisen, entsteht, eben so wenig mittelst des violetten Chlorids, wobei ein Stickstoffmetall entsteht, worauf ich später zurückkommen werde. Ich zersetzte das violette Chlorid durch Kalium und erhielt so ein Metallpulver, welches mit verdünnter Schwefelsäure Wasserstoff entwickelte und sich als Oxydulsalz löste. Ich will noch ferner erwähnen, dass die Chromoxydullösungen das Stickoxydgas absorbiren, eben so wie die Eisenoxydullösungen, welche Eigenschaft bisher nur von diesen letzteren bekannt war. Sie färben sich dabei ebenfalls braun und lösen eine beträchtliche Menge.

Somit habe ich dem Chrom einen Platz neben dem Eisen oder dem Mangan angewiesen und ein Verhältniss unter diesen aufgestellt, wie etwa das des Nickels zum Kobalt. Ich hoffe, meine Arbeit weiter vervollständigen zu können, und werde in einer künftigen Abhandlung ausführlicher über diesen Gegenstand handeln, von dem ich hier nur einige Bruchstücke mittheilen konnte.

---

## V.

### Ueber den Smelit, ein neues Mineral.

Von

**E. F. Glocker.**

Die thonigen Substanzen des Mineralreichs sind, in Vergleichung mit den krystallinischen, in unseren Tagen eben so vernachlässigt, wie es unter den Pflanzen zu Linné's Zeit die Pilze und Schwämme waren. Ihr Studium ist auch allerdings viel weniger anlockend als das der krystallisirten Mineralien. Aber eben darum wäre eine vergleichende Untersuchung derselben um so verdienstlicher, zumal da sie manche Eigenschaften, wie besonders in Betreff der Qualität der Cohäsion, der Betrachtung darbie-

ten, über welche die heutige Physik noch weit entfernt ist genügende Aufschlüsse zu ertheilen. Ehe indessen eine allgemeine und tiefer eindringende Revision der Eigenschaften dieser Substanzen mit Aussicht auf Erfolg vorgenommen werden kann, muss zuvor die Kenntniss dieser Substanzen selbst umfassender, d. h. auf alle, auch auf diejenigen ausgedehnt werden, welche, als durch Umwandlung oder Auflösung anderer krystallinischer oder unkrystallinischer Mineralien entstanden, man bisher nur oberflächlich behandelt und keiner nähern Untersuchung gewürdigt hat. Es kommen in der Natur, ausser den in unseren Mineralsystemen recipirten, noch viele andere thonartige Substanzen vor, deren in keinem Mineralsystem gedacht wird, ungeachtet sie durch bestimmt unterscheidende Eigenschaften als eigenthümliche Massen sich zu erkennen geben. Eine Substanz dieser Art bietet sich uns in derjenigen dar, die in den nachfolgenden Zeilen geschildert wird und die sich unter andern durch eine sehr hervorstechende Eigenschaft auszeichnet.

### 1) *Schilderung der physischen Eigenschaften.*

Eine unkrystallinische thonige Masse, zur Familie der ~~Smelite~~ tite oder Talkthone gehörig. Nur *derb* und *engesprengt* vorkommend.

*Bruch* gross- und *flachmuschlig* bis in's Ebene, seltener uneben. Unabgesondert.

*Zwischen Gips- und Talkhärte.* Nimmt den Eindruck des Fingernagels an; ritzt den Gipsspath nicht und erhält nur einen ganz schwachen Eindruck von ihm. Mit dieser Weichheit ist aber eine beträchtliche *Compactheit* und *Zähigkeit* verbunden, so dass sich das Mineral in etwas grösseren Stücken gar nicht und in kleineren nur schwierig mit der Hand zerbrechen lässt. Auch die Zersprengbarkeit mit dem Hammer ist sehr gering. Man hat grosse Mühe, von einem grösseren derben Stücke auch nur kleine Splitter loszuschlagen, und will man sich dazu der Schärfe des Hammers bedienen, so erhält man Eindrücke in der Masse, statt losspringende Stücke.

Die grosse Zähigkeit, in welcher das Mineral unter allen thonigen Mineralien dem Meerschäum am nächsten steht, nimmt man schon sehr merklich wahr, wenn man es mit dem Fingernagel zu ritzen versucht; man empfindet in diesem Falle, ungeach-

tet der grossen Weichheit desselben, einen sehr merklichen Widerstand der unter sich zusammenhängenden Theilchen. Einen eben so grossen Widerstand leistet die Zähigkeit des Minerals bei dem Versuche, es zu zerreiben. Die Theilchen, die man beim Zerdrücken und Zerreiben mit dem Hammer erhält, sehen viel eher wie zerknetet als wie pulverisirt aus, sie backen zusammen und erhalten durch wiederholtes Zusammendrücken eine glänzende Oberfläche.

Das Mineral ist *milde im vollkommensten Grade* und nähert sich schon sehr dem Geschmeidigen. Es lässt sich mit der grössten Leichtigkeit mit dem Messer ritzen, schaben, schneiden, ohne das allergeringste Geräusch zu verursachen. Einen so hohen Grad von Mildigkeit besitzen nur sehr wenige unter den unmetallischen Mineralien.

Mit der grossen Zähigkeit und Mildigkeit hängt nun noch eine Erscheinung zusammen, welche das Mineral ganz vorzugsweise auszeichnet. Es lässt sich nämlich mit dem Messer *in sehr dünne Blättchen oder Späne schneiden*, welche sich während ihres Ablösens *cyllindrisch zusammenrollen*, auf ähnliche Weise ~~wie~~ zarte Holzspäne oder wie die sehr dünnen, von mancher Seife beim Schneiden sich abrollenden Schichten, nur feiner als beide. Bei vorsichtigem langsamem Schneiden und wenn man die Blättchen möglichst dünn abschneidet, erhält man eine ganze Reihe sich parallel an einander legender enger hohler Cylinder, indem jedes Blättchen während des Zusammenrollens mehrmals der Länge nach zerreisst und die getrennten Stücke zu eben so vielen einzelnen cyllindrischen Röhrchen sich gestalten. Schneidet man aber etwas tiefer ein, so gelingt es zuweilen, ein sich ablösendes Blättchen seiner ganzen Breite nach oder wenigstens einem Theil der Breite nach ungetrennt zu erhalten, indem es nun wegen etwas grösserer Dicke einen stärkeren Zusammenhang besitzt, sich weniger krümmt, etwa nur an seinen beiden Enden (der Breite nach) sich zusammenrollt und entweder gar nicht oder nur an wenigen Stellen reisst. Ein solches mehr oder weniger ausgedehntes *Blättchen* hat unter der Loupe ein *höchst zartfasriges Ansehen*, die Fasern der Länge nach einander parallel laufend und, je nachdem der Schnitt gelingt, entweder an beiden Längenden noch zusammenhängend oder einzeln losgetrennt, so dass beide Enden wie ausgefasert erscheinen. Diese Länge

fasern sind an einigen Stellen von ebenfalls sehr zarten, je zu 3 bis 10 nahe hinter einander fortlaufenden, schwach gebogenen Querlinien durchschnitten, wie die Bruchfläche manches zartfaserigen Kalksinters, dessen faserige Structur von Streifen einer dünnchaligen Querabsonderung durchschnitten ist. Diese Bildung der abgeschnittenen Blättchen muss auf den ersten Blick frappiren, weil die Masse des Minerals selbst in sich ganz dicht und ohne alle Spur von einer faserigen Beschaffenheit ist. Die Erscheinung erklärt sich aber wohl, wenn auch nicht ganz befriedigend, daraus, dass die Theilchen hier einmal überhaupt einen stärkeren Zusammenhang unter sich und eine viel grössere Zähigkeit und Elasticität besitzen, als bei anderen ähnlichen weichen Substanzen, und dann ausserdem noch insbesondere eine stärkere Continuität nach einer Richtung (der Faserrichtung), als nach allen anderen; sonst könnten sich auch die losgeschnittenen dünnen Blättchen nicht so stark und gerade in der bestimmten Richtung parallel den Fasern krümmen, ohne zu zerreißen.

Diese Eigenschaft des in Rede stehenden Minerals drückt eine eigene Cohäsionsqualität desselben aus, wovon nur noch der Meerschaum etwas Aehnliches zeigt, aber viel schwächer und unvollkommener. Nach meinen Beobachtungen lassen sich nämlich beim mährischen Meerschaum durch Schneiden, jedoch nur, wenn der Schnitt mit Nachdruck geführt wird, gleichfalls sehr dünne und sich etwas zusammenrollende, aber nur wenig zusammenhängende und daher während ihrer Bildung sich schnell und vielfach trennende Blättchen erhalten, die auch kein faseriges Ansehen haben. Beim Meerschaum aus Kleinasien stellen sich die durch's Schneiden bei starkem Drucke sich ablösenden Theilchen gewöhnlich in Form sehr feiner mikroskopischer Stäbchen und nur sehr selten als schmale sich krümmende Blättchen dar. Unser Mineral lässt sich dagegen schon beim geringsten Drucke mit dem Messer in dünne Blättchen schneiden und wird dadurch niemals zu einem Pulver, während der Meerschaum bei geringem Drucke durch's Messer weder Blatt- noch Stabform annimmt, sondern nur ein Pulver bildet. Es bleibt daher ungeachtet der Aehnlichkeit immer noch ein merklicher Unterschied in der angeführten Beziehung zwischen beiden Mineralien.

Vermöge seiner Cohäsionsqualität steht unser Mineral, wie schon oben bemerkt wurde, sehr nahe dem Geschmeidigen, indem

es sich so ungemein leicht und ohne alles Geräusch in dünne Blättchen schneiden lässt. Aber diese Blättchen haben nicht die Continuität, Ausdehnbarkeit und Festigkeit wie bei den geschmeidigen Metallen; sie bleiben vielmehr beim Drucke mit dem Finger oder Messer nicht unversehrt, sondern trennen sich in kleine schmale platte Stückchen. Man könnte daher diesen Zustand einen Mittelzustand zwischen dem Milden und Geschmeidigen nennen. — *Biegsamkeit*, welche mit der Geschmeidigkeit verbunden ist, besitzt das Mineral zwar als ganze Masse nicht, wohl aber in sehr dünnen Partien und feinen Theilchen, wie die Krümmung und Zusammenrollung der durch Schneiden von ihm erhaltenen Blättchen beweist.

Da das Mineral in seiner ganzen Consistenz mit feiner Seife grosse Aehnlichkeit hat, sich eben so leicht wie diese schaben und schneiden lässt, dabei eben solche dünne sich krümmende Blättchen bildet und noch einige andere nachher zu erwähnende seifenähnliche Eigenschaften besitzt: so glaubte ich wegen dieser Aehnlichkeit den Namen *Smelit* (von *σμήλη*, Seife) für dasselbe wählen zu dürfen, welcher sich, wie mir scheint, durch Einfachheit, Kürze und Verständlichkeit empfiehlt. Das Mineral verdient diesen Namen wegen seiner Gesamtbeschaffenheit jedenfalls mit viel grösserem Rechte als irgend ein anderes, welches man mit Seife verglichen hat.

Das *specifische Gewicht* des Smelits fand ich  $= 2,168$ , nachdem er zuvor so lange im Wasser gelegen hatte, bis die sehr beträchtliche Luftentwicklung ganz aufhörte. Bei einer andern Abwägung, während deren das Mineral aber noch Luft entwickelte, ungeachtet es früher im Wasser gelegen hatte und dann ausgetrocknet worden war, ergab sich nur ein specifisches Gewicht  $= 2,050$ . Es ist bei dieser Gewichtsbestimmung ein Uebelstand, dass der Smelit, wenn er längere Zeit im Wasser liegt, anschwillt und feine Sprünge bekommt.

Die *Farbe* ist graulich-weiss, kaum merklich sich in's Blauliche ziehend.

Auf dem frischen noch unberührten Bruche ist der Smelit *matt*; im *Striche* aber, beim Schaben und Schneiden, so wie auch schon beim Berühren mit dem Finger wird er *wenig glänzend*, von *Wachsglanz*.

Völlig *undurchsichtig*, auch in den dünnsten Stückchen. . .

Er *färbt nicht ab*, schreibt auch nicht oder nur ganz schwach auf dunklem Tuch, also in viel geringerem Grade als der Speckstein.

Er *fühlt sich* im frischen Bruche *sehr fein*, aber nur *ein wenig fettig* an. Durch öfteres Berühren wird er fettiger.

Beim Anhauchen giebt er einen merklichen *Thongeruch* von sich.

An der atmosphärischen Luft bleibt er unverändert.

Er *hängt* im Ganzen *nur wenig an der feuchten Lippe*, doch nicht an allen Stellen auf gleiche Weise, sondern an einzelnen Puncten auch ziemlich stark.

Im kalten Wasser entwickelt sich aus dem Smelit nach kurzer Zeit unter einem stossweise erfolgenden schwachen Geräusche eine Menge ungemein feiner Luftbläschen, welche aber, wenn sie einmal sich zu entwickeln angefangen haben, nicht unausgesetzt, sondern mit Unterbrechungen in kleinen Zwischenräumen hervorkommen, wobei sich theils die ganze Oberfläche des Minerals mit unzähligen Bläschen wie mit winzigen Perlen bedeckt, theils die Luftbläschen auch bald an dieser, bald an einer andern Stelle des Minerals, wo gerade ein kleiner Spalt sich bildet, in einzelnen feinen linienartigen Strömen mit grosser Schnelligkeit emporsteigen. So rasch diese Luftentwicklung von Statten geht, so schnell hört sie auch wieder auf und die der Oberfläche des Minerals adhärenden Luftbläschen verschwinden dann gänzlich; nach einer Weile fängt jedoch dieselbe Erscheinung auf's Neue an, und so dauert dieser Wechsel eine Zeitlang fort, bis alle Luft entfernt ist. Das Mineral bekommt bei diesem Processe, wenn es einige Zeit unter Wasser gehalten wird, Sprünge von aussen nach innen, ohne jedoch zu zerfallen, was dagegen schon durch einen geringen Druck mit dem Finger bewirkt wird. Durch längere Imprägnation mit Wasser geht es, indem es etwas anschwillt, in einen an's Schmierige grenzenden Zustand über, ganz ähnlich der Seife, wenn sie eine Zeitlang ruhig im Wasser gelegen hat. Es wird also im Wasser aufgeweicht, zerfällt aber erst durch einen Druck mit dem Finger; auch bleibt es im Wasser undurchsichtig. Es lässt sich in diesem Zustande, während es noch im Wasser liegt, zu einer milchigen, fettig anzufühlenden Flüssigkeit zerreiben, welche aus lauter zarten, im Wasser suspendirten Flöckchen besteht, von ähnlichem Ansehen wie der

Thonerdeniederschlag, den man aus einer Alaunauflösung durch Zusatz von Kali erhält. Die durch das Zerreiben erhaltene Auflösung erscheint dem blossen Auge gallertartig. An dem Rande des Glasschälchens, worin eine solche Flüssigkeit eine Zeitlang stand, bildete sich da, wo derselbe schwach davon benetzt worden war, nach der Vertrocknung ein feintraubiger, milchweisser Ueberzug, welcher, was mir besonders bemerkenswerth zu sein scheint, demjenigen Ueberzuge und Anfluge vollkommen glich, der sich so häufig auf Serpentin- und Quarzmassen, zuweilen auch auf andern Felsarten zeigt und eine anfangende Opalbildung ist.

Die in der voranstehenden Schilderung erwähnten physischen Eigenschaften, wie sie beim Smelit im Verein mit einander erscheinen, unterscheiden ihn — auch ganz abgesehen von dem chemischen Charakter — schon hinlänglich von allen anderen thonigen Substanzen, und besonders geben die Erscheinungen, die er beim Schneiden zeigt, und sein Verhalten im Wasser so sichere Kennzeichen für ihn, dass er daran sogleich erkannt werden kann. Am nächsten steht ihm im äussern Habitus der *Meerschaum*. Aber auch von diesem unterscheidet er sich, ausser den schon oben erwähnten beim Schneiden resultirenden Formen, noch durch seine geringere Härte und durch die grosse Leichtigkeit, mit welcher er sich, eben so wie Seife, schaben und schneiden lässt, wobei er zugleich glänzend wird, während der Meerschaum eine höhere Härte als Gipshärte besitzt, beim Schaben und Schneiden einen weit grösseren Widerstand leistet, auf den geschabten und geschnittenen Stellen matt bleibt und höchstens nur durch wiederholte Berührung mit dem Finger einen schwachen Glanz erhält; ferner durch seine grössere Zähigkeit, ohne dass er jedoch, wegen seiner geringeren Härte, solche Festigkeit besitzt, wie der Meerschaum; durch den höchsten Grad von Mildigkeit, da hingegen der Meerschaum nur ein wenig milde ist, ja beim Schaben und Ritzen sogar noch ein schwaches Geräusch erregt; desgleichen durch seine vollkommen glatte Bruchfläche, während diese hingegen beim Meerschaum etwas rauh ist; durch sein höheres specifisches Gewicht, welches beim Meerschaum nur  $\approx 1,6$  ist, und endlich auch dadurch, dass er nicht so stark an der feuchten Lippe hängt wie der Meerschaum. Von allen übrigen, dem Smelit näher verwandten Mineralien, wie dem Halloyit, Kollyrit, Steinmark und Alumocalcit, welche sämmtlich an der feuch-

ten Lippe hängen und ein ziemlich übereinstimmendes specifisches Gewicht  $= 2,0 - 2,1$  besitzen, unterscheidet er sich durch seinen viel höhern Grad von Mildigkeit, durch seine Zähigkeit, durch die Blättchenformen, die er beim Schneiden bildet, und durch sein eigenthümliches Verhalten im Wasser. Cerolith und Speckstein, welche ein höheres specifisches Gewicht besitzen (2,3 und 2,6) und gar nicht an der Zunge hängen, können, als dem Smelit schon entfernter stehend, nicht in Vergleichung kommen.

## 2) Chemische Untersuchung.

In *Salzsäure*, auch unter Wärmeanwendung, ist der Smelit im pulverisirten Zustande nur einem sehr kleinen Theile nach auflöslich und gelatinirt damit nicht.

Vor dem Löthrohre in der Platinzange behandelt, ist er für sich unschmelzbar, wird aber hart und im Bruche wie Steingut.

Herr Apotheker Oswald in Oels hat auf mein Ersuchen sowohl eine nähere qualitative als auch eine quantitative Untersuchung mit dem Mineral vorgenommen und darüber Folgendes mitgetheilt:

„Vor dem Löthrohre giebt der Smelit für sich allein auf der Kohle keine Perle, sondern sintert nur schwach zusammen. Im Kölbchen entwickelt er Wasserdampf, welcher aber keine Reaction zeigt. Mit Kobaltsolution vor dem Löthrohre behandelt, wird er schmutzig blau und porös, schmilzt aber zu keiner Kugel. Mit Natron auf Platindraht löst er sich zu einer klaren Perle auf, welche nach dem Erkalten milchweiss wird. Mit mehr Natron auf Kohle behandelt, verbreitet sich das Natron anfangs auf der Kohle, tritt aber nach längerem Blasen mit der Masse zu einer Kugel zusammen, welche klar bleibt, aber von etwas Eisenoxyd gelblich gefärbt ist. Borax giebt eine klare weisse Perle, Phosphorsalz eine klare langsame Auflösung mit Zurücklassung eines Kieselskeletts.“

„Mit Natron geglüht und darauf mit Wasser und Salzsäure behandelt, gelatinirte die Masse beim Abrauchen stark. Nach weiterer Behandlung und Abscheidung der Kieselerde zeigten die Reagentien noch Thonerde, eine Spur von Eisenoxyd und sehr geringe Spuren von Kalk- und Talkerde.“

Der Gang der von Hrn. Oswald ausgeführten *quantitativen Untersuchung* war nach seinen eigenen Worten folgender:

„Ein Gramm des feingeriebenen Minerals verlor nach wiederholtem Glühen 130 Milligramme an Wasser. Die vom Glühen übrig gebliebene Masse wandte ich, da mir nur wenig von dem Mineral zu Gebote stand, zur weiteren Behandlung an und brachte sie, mit 3 Grm. kohlensauren Natrons im Tiegel gemischt, in's Glühfeuer. Die Masse löste sich gut aus dem Platintiegel und wurde, mit Wasser und Salzsäure wie gewöhnlich behandelt, behutsam abgeraucht, wobei sie zu klarer Gallerte gestand. Darauf zur Trockne abgedampft, wurde sie gleichförmig mit Salzsäure benetzt und nach längerem Stehen mit Wasser aufgeweicht. Die vollkommen gut ausgeschiedene Kieselerde, abfiltrirt, ausgewaschen, geglüht und warm gewogen, gab mit einem noch später bei Auflösung der Thonerde hinzugetretenen kleinen Quantum 0,500 Grm.“

„Die abfiltrirte Flüssigkeit wurde hierauf mit Aetzammoniak behandelt, der Niederschlag, da er nicht vollkommen weiss erschien, nach vorhergegangenen vollständigem Auswaschen feucht in Aetzkalklauge aufgelöst, dann mit Chlorammonium aus derselben gefällt und mit heissem Wasser vollständig ausgewaschen. Durch gelindes Pressen zwischen Löschpapier wurde die Thonerde von dem meisten Wassergehalte befreit, vom Filter abgelöst und dann scharf geglüht; sie wog 0,320 Grm.“

„Der bei der Auflösung in Aetzlauge zurückgebliebene Niederschlag liess bei Digestion mit Salzsäure noch etwas Kieselerde zurück, welche, wie oben schon bemerkt, der Hauptmasse hinzugefügt wurde. Die salzsaure Auflösung enthielt Eisenoxyd in sehr geringer Menge, 0,020 Grm. Die von der durch Aetzammoniak gefällten Thonerde abfiltrirte Flüssigkeit enthielt nur noch eine Spur von Kalkerde und Magnesia. Die Untersuchung hatte demnach folgendes Resultat geliefert:

Kieselerde	0,500
Thonerde	0,320
Wasser	0,130
Eisenoxyd	0,020
Spuren von schwefelsaurem Kalk u. Magnesia	
	<hr/> 0,970.“

„Eine zweite Analyse, wobei indess das Mineral nicht so rein war, gab ein etwas geringeres Quantum von Wasser und Thonerde, aber mehr Kieselerde, dagegen ebenfalls wieder einen Verlust von ungefähr 0,030.“

„Da weiter keine festen Theile, die dem Mineral angehören konnten, in den abfiltrirten Flüssigkeiten zu finden waren, so musste dasselbe wahrscheinlich noch einen alkalischen Bestandtheil enthalten, welchen zu vermuthen dessen Unauflöslichkeit in Säuren und dessen schwerere Aufschliessbarkeit mit Natron mich berechtigte. Ich behandelte daher 1 Grm. des gepulverten reinen Smelits mit einer hinreichenden Menge von reinem weissem Flusspath und Schwefelsäure in einer sehr geräumigen Platinschale und unter fleissigem Umrühren mit einem Platinspatel, wobei die Operation durch gelinde Wärme unterstützt wurde. Nach hinlänglicher Einwirkung des Flusspaths und der Schwefelsäure wurde die Masse stärker erhitzt und zuletzt schwach geglüht. Nach dem Erkalten wurde sie stark mit Salzsäure benetzt und damit 12 Stunden lang in Berührung gelassen, hierauf mit Wasser angerührt und abfiltrirt. Da indess kaltes Wasser die Operation des Aussüßens sehr aufhielt, so kochte ich die Masse mit durch Salzsäure angesäuertem Wasser, wodurch zwar mehr Gips sich auflöste, aber auch die Thonerde besser aufgeschlossen wurde. Nachdem diese Operation beendet war, schlug ich die Thonerde mit Aetzammoniak aus der Auflösung und aus der abfiltrirten Flüssigkeit mit oxalsaurem Ammoniak den Kalk, worauf dann die Lauge, nach längerem Stehen in der Wärme und Abfiltriren von kohlsaurem Kalk, behutsam abgeraucht wurde. Eine Probe auf Platinblech überzeugte mich schon von dem Vorhandensein fester Stoffe. Die concentrirte Lauge wurde nun in der Platinschale behutsam abgeraucht und durch vorsichtiges Erhitzen und späteres Glühen bei Zusatz von etwas kohlsaurem Ammoniak das schwefelsaure Salz als Rückstand erhalten.“

„Die aufgelöste und filtrirte Masse, in einem Uhrglase abgeraucht und krystallisirt, zeigte sich mit schwefelsaurem Natron übereinstimmend; auch gab die Löthrohrflamme damit einen gelben Schein. Ich verwandelte dieses schwefelsaure Salz darauf in essigsaures mittelst essigsauren Baryts (wobei der schwefelsaure Baryt sorgfältig gesammelt, ausgewaschen und dann mit dem Filter stark geglüht und durch's Gewicht auf 0,081 bestimmt

urde) und aus diesem in kohlensaures durch Glühen. Um den etwa noch darin befindlichen kleinen Antheil von Talkerde zu kennen, löste ich die Masse mit heissem Wasser aus und rauchte die alkalische Masse behutsam im Uhrglase ab; sie war weiss und krystallinisch und zog selbst bei längerem Stehen die Feuchtigkeit nicht so wie Kali an; sondern als bei regnigem Wetter das Uhrglas mit der Masse beschlagen schien, wurde diese in der Stubenluft doch gleich wieder trocken und krystallinisch. Um mich indessen zu überzeugen, ob nicht ausser Natron auch noch Kali vorhanden sei, spülte ich mit wenig Wasser das Salz vom Uhrglase in einen Platintiegel, rauchte es ab, glühte und wog es, wobei 0,034 an kohlensaurem Salze gefunden wurden. Darauf verwandelte ich das kohlensaure Salz in ein salzsaures, rauchte es ebenfalls im Platintiegel ab und glühte es gut bedeckt, wobei ich vor dem Glühen das Knistern des Kochsalzes sehr deutlich hören liess. Dann wog ich es wieder, wobei sich das Gewicht 0,036 ergab, spülte die Masse in's Uhrglas, rauchte sie ab, setzte Natrium-Platinchlorid hinzu und behandelte die trockene Masse mit Weingeist, der sie bis auf einen höchst unbedeutenden Rückstand auflöste, welcher nicht aus Kalium-Platinchlorid bestand.“

„Das Resultat der Analyse war demnach 0,034 Grm. kohlensaures Natron, welches 0,0198 Natron entspricht. Mit diesem stimmt auch ziemlich genau 0,036 Chlornatrium, nämlich 0,0190.“

„Da bei den verschiedenen Proceduren mit der geringen Masse ein kleiner Verlust unvermeidlich war, so gewährte die oberste Berechnung der bei der Verwandlung des schwefelsauren Salzes in essigsaures erhaltene schwefelsaure Baryt, welcher 0,021 Natron entsprach.“

„Es besteht demnach der Smelit aus:

Kieselerde	0,500
Thonerde	0,320
Wasser	0,130
Natron	0,021
Eisenoxyd	0,020
Spuren von Kalk, Schwefelsäure und Magnesia	
Verlust	0,009
	<hr/> 1,000.“

Eine Vergleichung des Smelits hinsichtlich seiner chemischen Zusammensetzung mit den im Habitus ihm am meisten verwandten Mineralien, deren oben gedacht worden ist, lehrt, dass er in seinem chemischen Charakter von ihnen allen wesentlich verschieden ist. Auch der Meerschäum, welchem er physisch noch am nächsten steht, ist chemisch eine ganz andere Substanz, nämlich ein Talksilicat mit 25 Proc. Wasser, während der Smelit ein Thonsilicat ist und nur halb so viel Wasser enthält. Dagegen hat letztere seinen chemischen Bestandtheilen nach mehr Aehnlichkeit mit der Porcellanerde, indem er, wie diese, ein Thonsilicat ist, ungefähr eben so viel Wassergehalt ist, aber doch weniger Thonerde und statt Kali 2,1 Proc. Natron enthält. Indessen seinem äusseren Charakter nach kommt er in gar keine Vergleichung mit der Porcellanerde.

### 3) Vorkommen.

Ueber das Vorkommen dieses merkwürdigen Minerals ist nichts weiter bekannt, als was Hr. Prof. Zeuschner in Kroatien, welchem ich einige Exemplare desselben verdanke, mir darüber gemeldet hat, dass es nämlich ein Lager bildet über Trachytporphyr in der Gegend von Telkibanya in Ungarn. An einem Exemplare erscheint das Mineral verwachsen mit einer bleigeblich-grauen undurchsichtigen Masse, welche Feldspathoid besitzt, einen unebenen Bruch von feinem Korn und an einer Stelle eine zarte, wellenförmige Streifung zeigt, aber im Ansehen von dem gewöhnlichen Trachyt etwas abweicht. An einigen Stellen ist es auch eingesprengt in diese Masse.

Wegen seiner Zähigkeit und Compactheit würde dieses Mineral mit gutem Erfolge gedrechselt und zu verschiedenen Dingen verarbeitet werden können.

## VI.

## Ueber die Verbindung des Harnstoffes mit Salzen.

Von

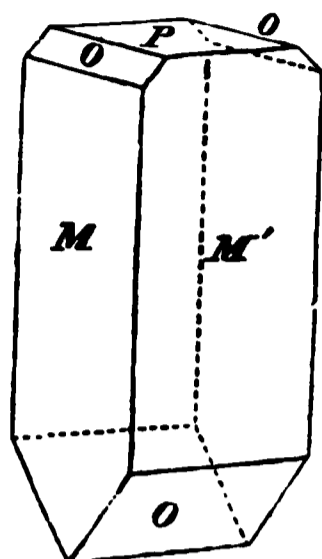
Dr. *Werther* in Berlin.

Als Beitrag zur Kenntniss der chemischen Eigenschaften des Harnstoffes erlaube ich mir im Folgenden eine Reihe von krystallisirten Verbindungen mitzutheilen, welche dieser Körper mit Salzen eingeht. In seiner Eigenschaft, sich mit Salzen zu verbinden, steht der Harnstoff jenen chemischen Verbindungen zur Seite, welche, im Allgemeinen mehr basischer Natur, doch in einigen Fällen als indifferente Körper sich mit Salzen vereinigen und gewissermaassen die Stelle des Krystallisationswassers in ihnen vertreten, wie ich es vom Kupferoxyd wahrscheinlich zu machen versucht habe (s. dies. Journal, Bd. XXXII. S. 385) und vom Ammoniak es schon lange bekannt ist.

Die Verbindungen des Harnstoffes mit den Salzen sind nur durch schwache Verwandtschaftskraft zusammengehalten und scheinen nur stattfinden zu können mit Salzen, deren Lösungsvermögen in Wasser oder Alkohol nicht zu verschieden ist von dem des Harnstoffes. Doch ist die Verwandtschaft noch stärker als die des Wassers zu den betreffenden Salzen und widersteht der Zersetzung bei den meisten, selbst wenn die Auflösung gekocht wird, und bei einigen vermag selbst die Salpetersäure und Oxalsäure des Harnstoffes sich nicht zu bemächtigen.

Bevor ich zur genaueren Aufzählung dieser Verbindungen schreite, scheint es mir nicht unzweckmässig, die Beschreibung der Krystallform des Harnstoffes voranzuschicken, da dieselbe, so viel ich weiss, bis jetzt noch nicht bekannt ist. In der Regel krystallisirt der Harnstoff aus reinen alkoholischen Lösungen in sehr langen Prismen, die von einer Wand des Gefässes bis zur andern reichen und stets der Endflächen entbehren. Wenn man aber die letzten Mutterlaugen aus der alkoholischen Lösung des aus Blutlaugensalz und kohlensaurem Kali nach der bekannten Methode dargestellten Harnstoffes, welche stets durch geringe Mengen einer gelblichen Substanz verunreinigt waren, freiwillig verdunsten lässt, so erhält man den Harnstoff zwar ein wenig gelblich gefärbt, aber sehr gut ausgebildet in quadratischen Formen mit Octaëdern, bei denen an der einen Seite die Octa-

flächen das Prisma begrenzen, während an der andern Seite ausser der Octaëderfläche noch die gerade Endfläche auftritt.



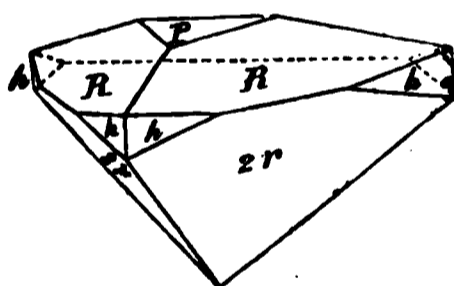
$$M : M' = 90^\circ$$

$$M : P = 90^\circ$$

$$O : O = 82^\circ$$

$$M : O = 139^\circ$$

Da es für diese interessante Krystallisationsweise bis jetzt noch wenig Beispiele giebt, so füge ich eine Form mit analogen Abänderungen hinzu, welche ich der Güte des Herrn Geheimen-Raths Mitscherlich verdanke. Es ist die Krystallform der schwefligsauren Talkerde,  $\text{Mg } \ddot{\text{S}} + 6 \text{ H}$ , welche aus zwei Rhomboëdern besteht, von denen das stumpfere durch die gerade Endfläche begrenzt wird, während dem spitzigern dieselbe fehlt.



Gemessen :

$$2r : 2r = 96^\circ, 58\frac{5}{7}'$$

$$h : h = 120^\circ$$

$$P : R = 148^\circ, 43'$$

Berechnet :

$$\text{Kante } \frac{2r}{2r} : \text{Axe} = 59^\circ, 16\frac{1}{2}'$$

$$2r : P = 49^\circ, 56'$$

$$\text{Kante } \frac{2r}{2r} : P = 30^\circ, 43\frac{1}{2}'$$

$$2r : \text{Axe} = 40^\circ, 4'$$

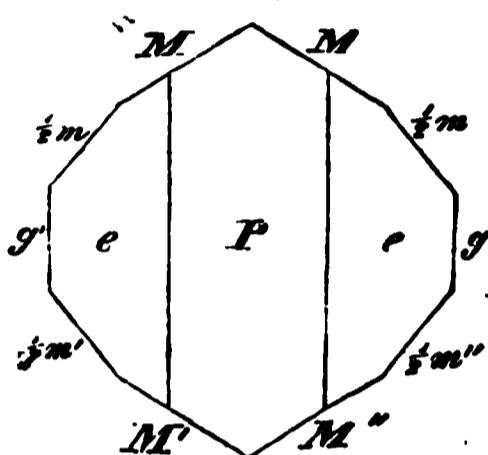
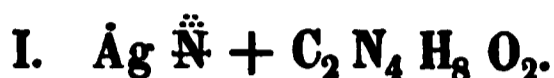
$$\text{Kante } \frac{2r}{R} : \text{Kante } \frac{2r}{R} = 60^\circ$$

$$2r : R = 81^\circ, 13'$$

$$R : \text{Axe} = 58^\circ, 43'$$

$$\begin{aligned}
 R : R &= 126^\circ, 33\frac{1}{8}' \\
 \text{Kante } \frac{R}{R} : P &= 163^\circ, 6' \\
 \text{Kante } \frac{R}{R} : \text{Axe} &= 73^\circ, 6'.
 \end{aligned}$$

### A. Salpetersaure Salze und Harnstoff.



Gemessen:

Berechnet:

$$\begin{array}{ll}
 P : M'' = 110^\circ & M : \frac{1}{2}m = 121^\circ \\
 P : g = 90^\circ & P : \frac{M'}{M''} = 113^\circ, 31'. \\
 P : e = 160^\circ & \\
 e : e = 140^\circ & \\
 g : e = 110^\circ & \\
 g' : M' = 59^\circ & \\
 g' : \frac{1}{2}m' = 140^\circ & \\
 M : M = 118^\circ. & 
 \end{array}$$

Vermischt man concentrirte wässrige Lösungen von gleichen Harnstoff und salpetersaurem Silberoxyd, kalt oder bis  $0^\circ$  erwärmt, mit einander, so krystallisirt augenblicklich eine Verbindung derselben in grossen glänzenden rhombischen Prismen mit schiefer Endfläche von vorstehender Form. Die Lösung bis zum letzten Tropfen in diese Krystalle über, sobald man nicht über  $50^\circ$  erwärmt, sondern über Schwefelsäure oder in der Luftpumpe verdampft.

Die Krystalle sind in kaltem und heissem Wasser unzersetzt, wenn die Lösung nur verdünnt genug ist, und eben so in kaltem und heissem Alkohol. Kocht man aber eine wässrige

verdünnte Lösung anhaltend, so trübt sie sich nach einiger Zeit und setzt während des Erkaltes lange prismatische Krystalle ab, die, mit Salmiaklösung gekocht, Chlorsilber geben, und aus der davon getrennten Flüssigkeit, wenn sie zur Trockne gedampft und mit absolutem Alkohol ausgezogen wird, erhält man alsdann grosse Krystalle von Harnstoff; jene langen Prismen sind also cyansaures Silberoxyd. Aus der von diesem Salze abfiltrirten Flüssigkeit erhält man, wenn sie concentrirt genug war, beim Erkalten wieder unveränderte Krystalle der angewandten Verbindung, und es ist selbst durch sehr häufig wiederholtes Kochen der Lösung mir nicht gelungen, alles Silberoxyd in cyansaures Silberoxyd umzuändern, wie Liebig schon vom blossen Abdampfen angiebt (vgl. Geiger, Handb. d. Pharm. 5. Aufl. S. 620). Aus diesem Grunde war ich nicht im Stande, genau zu ermitteln, ob das andere Zersetzungsproduct salpetersaures Ammoniak sei, wie Liebig (a. a. O.) angiebt; es ist aber zufolge der Zusammensetzung dieser Verbindung nicht anders zu erwarten. Erhitzt man die trocknen Krystalle in einer an einem Ende zugeschmolzenen Glasröhre sehr gelinde und langsam, so entweicht kein Wasser, sie schmelzen bei etwas höherer Temperatur, geben erst ammoniakalische, dann saure rothe Dämpfe, und bei schnellem Erhitzen zerlegen sie sich unter Feuererscheinung, Detonation und Bildung von rothen Dämpfen, indem Silber zurückbleibt. Lässt man in einem kochenden Wasserbade fein pulverisirte Krystalle in einem Platintiegel 12 Stunden stehen, so verändern sie sich nicht, nach 18 Stunden ist das feine Pulver beim Erkalten zu einer feuchten Masse zusammengebacken, die bei längerer Hitze wieder trocken, erkaltet aber sogleich wieder feucht wird. Dieses scheint auf die Bildung von salpetersaurem Ammoniak hinzuweisen; aber die Zerlegung ist nur sehr unvollkommen; denn zieht man die Masse mit Wasser aus, so behält man nur wenig cyansaures Silberoxyd auf dem Filter zurück und die abgelaufene Flüssigkeit liefert wieder Krystalle des unzersetzten Salzes.

Durch Ueberschuss von Salpetersäure entsteht in der concentrirten Lösung der Verbindung sogleich, in der verdünnten nach einiger Zeit ein Niederschlag von salpetersaurem Harnstoff; vollständig aber wird der Harnstoff nicht ausgeschieden. Oxalsäure bringt selbst in der verdünntesten Lösung des Salzes sofort einen

silberförmigen Niederschlag hervor, der nur aus oxalsaurem Silberoxyd besteht.

Durch Natronlösung, frei von Chlorverbindungen, in Alkohol gelöst, fällt aus der Lösung des Salzes ein gelblicher Niederschlag, der beim trocknen Erhitzen ammoniakalische Dämpfe abgibt, mit Wasser gekocht, schwarz wird. Es scheint in diesem Körper eine Verbindung von Harnstoff mit Silberoxyd enthalten zu sein, denn oft mit Wasser ausgekocht, giebt der Rückstand auf dem Filter beim trocknen Erhitzen immer wieder ammoniakalische Dämpfe. Aber jedenfalls ist der Niederschlag ein Gemenge von etwas hartnäckig anhängendem kohlensaurem Alkali mit der erwähnten Silberoxyd-Verbindung; unzersetztes  $\text{Ag}\ddot{\text{N}} + \text{C}_2\text{N}_4\text{H}_8\text{O}_2$  scheint nicht dabei zu sein; denn zerlegt man den fraglichen Körper durch Salzsäure, so reagirt das Filtrat nicht auf Salpetersäure. Eine Analyse gab sehr complicirte Verhältnisse; nämlich 0,563 Grm., bei  $120^\circ$  ohne Verlust getrocknet, hinterliessen 0,44 Silber = 83,94 Silberoxyd, entsprechend  $5\text{Ag} + 2(\text{C}_2\text{N}_4\text{H}_8\text{O}_2)$ , eine sehr unwahrscheinliche Zusammensetzung, welche ein Gemenge ermuthen lässt.

Der aus dem gelben durch Kochen mit Wasser entstehende schwarze Körper scheint ein Zersetzungsproduct, dem metallisches Silber beigemengt ist, denn er löst sich nicht mehr in kalter verdünnter Salpetersäure.

Ob demnach eine bestimmte Verbindung des Harnstoffes mit Silberoxyd existirt, ist zweifelhaft.

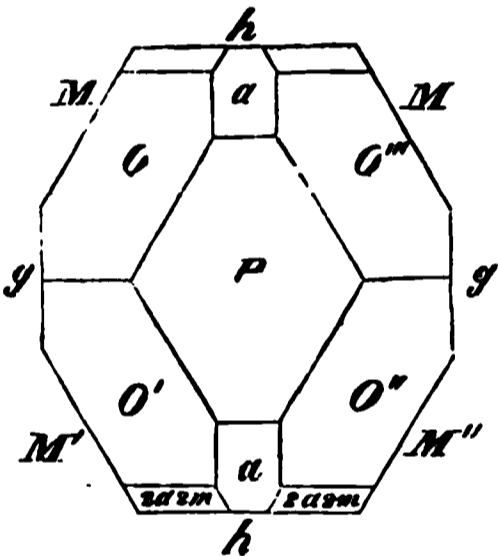
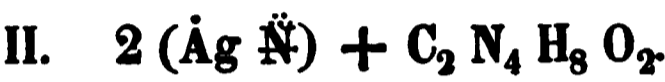
Die Analyse der Verbindung  $\text{Ag}\ddot{\text{N}} + \text{C}_2\text{N}_4\text{H}_8\text{O}_2$  wurde auf folgende Art angestellt:

- 1) 1,685 Grm., in heissem Wasser gelöst und mit heisser Kochsalzlösung gefällt, gaben 1,029 Grm. Chlorsilber.
- 2) 1,005 Grm., mit Salzsäure heiss gefällt, gaben 0,604 Chlorsilber.
- 3) 4,41 Grm., in vielem Wasser gelöst, durch Schwefelwasserstoffgas zersetzt, lieferten eine neutral reagirende Flüssigkeit, die beim Verdampfen 2,401 Grm. gut krystallisirten salpetersauren Harnstoff gab; aus dem mit Salpetersäure oxydirten Schwefelsilber erhielt ich durch Salzsäure 2,697 Chlorsilber.
- 4) 2,3495 Grm., fein pulverisirt, verloren, im kochenden Wasserbade in einer Trockenröhre erhitzt, nach 12 Stunden

0,276, nach 18 Stunden 0,936, nach 30 Stunden nicht mehr. Es war also hygroskopisches Wasser; denn die ganze Quantität beträgt nur 0,936 Proc., und 1 Atom würde 3,7 Proc. erfordern.

Die Zusammensetzung der Verbindung ist demnach in 100 Th.

	Gefunden.			Berechnet nach der Formel
	1.	2.	3.	$\text{Ag N} + \text{C}_2\text{N}_4\text{H}_8\text{O}_2$ *).
Silberoxyd	49,4	50,019	49,46	50,42
Salpetersäure	—	—	50,45	23,48
Harnstoff	—	—		26,10
			99,91	100,00.



Gemessen :		Berechnet :
$O : P$	$= 127^\circ$	Kante $\frac{O}{O'} : P = 132^\circ, 7\frac{1}{2}'$
$a : P$	$= 143^\circ, 36'$	
$M : M'$	$= 112^\circ, 30'$	$O : g = 131^\circ, 43'$
$O : O''$	$= 74^\circ$	$M' : M'' = 67\frac{1}{2}^\circ$
$O : O'$	$= 127^\circ, 19'$	$M : g = 146\frac{1}{4}^\circ$
$h : 2a\ 2m$	$= 134^\circ, 43'$	$M : h = 123\frac{3}{4}^\circ$

Diese Verbindung des salpetersauren Silberoxyds mit Harnstoff bildet sich durch Vermischen einer wässerigen Lösung von 3 oder 4 Atomen des erstern mit 1 Atom des letztern. Bei Verdampfen unter der Luftpumpe scheidet sich in den ersten beiden Krystallisationen die Verbindung  $\text{Ag N} + \text{Ur.}$  aus, dann b

\*) C = 75; N = 87.9; H = 6,25; Ag = 1350.

der 2., 3. und 4. Krystallisation die Verbindung  $2 \text{Ag} \ddot{\text{N}} + \text{Ur.}$ , zuletzt reines salpetersaures Silberoxyd. Die Verbindung mit 2 Atomen bildet grosse glänzende rhombische Prismen mit gerader Endfläche von vorstehender Form.

Das chemische Verhalten dieser Verbindung ist fast ganz so wie das der vorher angeführten.

Die Analyse wurde so angestellt:

- 1) 1,117 Grm., im Wasserbade bei  $100^\circ$  erhitzt, wurden zerfliesslich, verloren  $0,01 = 0,98$  Proc. und gaben, mit Salzsäure gefällt, 0,782 Chlorsilber.
- 2) 0,831 Grm. lieferten, mit Schwefelwasserstoff behandelt, nach dem Filtriren und Verdunsten des Schwefelwasserstoffes eine saure Flüssigkeit. Das Schwefelsilber gab 0,586 Grm. Chlorsilber.

	Gefunden.		Berechnet nach der Formel
	1.	2.	$2 \text{Ag} \ddot{\text{N}} + \text{C}_2 \text{N}_4 \text{H}_8 \text{O}_2$ .
Salpetersaures Silberoxyd	83,00	83,67	84,9.

### III. $\text{Ca} \ddot{\text{N}} + 3 (\text{C}_2 \text{N}_4 \text{H}_8 \text{O}_2)$ \*).

Diese Verbindung scheidet sich aus einer wässerigen oder besser alkoholischen Lösung bei langsamer Verdunstung über Schwefelsäure in wohl ausgebildeten glasglänzenden deliqueszierenden Krystallen aus, deren Form aber nicht bestimmt werden kann. Beim trocknen Erhitzen schmelzen die Krystalle, geben erst ammoniakalische, dann saure Dämpfe; beim raschen Erhitzen explodiren sie heftig, im Rückstande bleibt kohlen-saure Kalkerde. In Wasser gelöst und mit überschüssiger Oxalsäure versetzt, scheidet sich oxalsäure Kalkerde und oxalsaurer Harnstoff aus, von letzterem bleibt aber viel in der Flüssigkeit gelöst. Durch überschüssige Salpetersäure fällt aus der wässerigen Lösung nichts, eben so wenig durch kohlen-säurefreie Kalilösung.

#### Analyse.

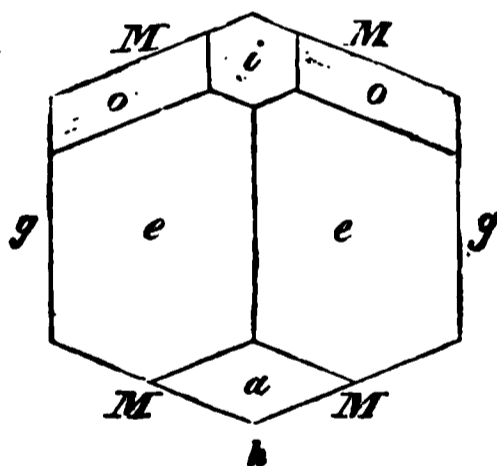
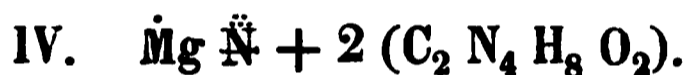
1,37 Grm., in siedendem Wasser in einer Trockenröhre so lange erhitzt, als sie noch Wasser abgaben, während ein Strom trockene Luft darüber gezogen wurde, verloren  $0,013 = 0,94$  Proc.; darauf im Chlorzinkbade weiter erhitzt, zeigte sich bis

\*)  $\text{Ca} = 250$ .

140° kein Wasser, bei 145° fing die Verbindung an sich zu zersetzen, bei 150° schmolz die Masse, bei 180° war sie noch nicht vollkommen zersetzt. Der Verlust war also hygroskopisches Wasser.

- 1) 0,854 Grm. wurden in einem Platintiegel, dessen Deckel mit Platindraht festgebunden war und welcher in einer grössern Platinschale stand, bis zur eingetretenen Detonation erhitzt, alsdann der Tiegel stark über freiem Feuer zur Verflüchtigung des kohlensauren Ammoniaks; der Rückstand, mit etwas kohlensaurem Ammoniak befeuchtet und schwach geglüht, bestand aus 0,162 kohlensaurer Kalkerde; diese in schwefelsaure umgeändert gab 0,275 Grm.
- 2) 0,738 Grm., auf dieselbe Weise behandelt, gaben 0,137 kohlensaure Kalkerde.

	Gefunden.		Berechnet nach der Formel
	1.	2.	$\text{Ca } \ddot{\text{N}} + 3 (\text{C}_2 \text{N}_4 \text{H}_8 \text{O}_2).$
Kalkerde	10,65	10,4	10,9.



Gemessen:		Berechnet:
$M$	$: M = 135^\circ$	$M : g = 112\frac{1}{2}^\circ$
$M$	$: a = 126\frac{1}{2}^\circ$	$a : h = 130^\circ, 5'$
$e$	$: e = 140^\circ$	$e : h = 87^\circ, 50'$
$M'$	$: i = 128^\circ, 42'$	$i : h = 47^\circ, 25'$
$i$ über $\frac{e}{e}$	$: a = 97^\circ, 20'$	$e : g = 110^\circ$
$o$	$: o = 123^\circ, 31'$	$o : h = 40^\circ, 19'$

Lässt man eine Lösung von salpetersaurer Magnesia und Harnstoff in absolutem Alkohol langsam unter der Luftpumpe verdampfen, so scheiden sich nach kurzer Zeit grosse und glänzende

rhombische Prismen mit schiefer Endfläche von vorstehender Fläche aus, die zerfliesslich sind, im Wasserbade bei 85° zu einem trübsichtigen Liquidum schmelzen, welches erst nach längerer Zeit des Erhaltens von einigen Punkten aus wieder eine anfangende Krystallisation zeigt. Die geschmolzene Masse, in absolutem Alkohol gelöst, giebt die ursprünglichen Krystalle wieder.

Bei höherer Temperatur zersetzen sie sich unter derselben Erscheinung wie die Kalkerdeverbindung; der Rückstand ist Magnesia. Sie sind auch in Wasser leicht löslich.

Beim Kochen zerlegt sich weder in wässriger noch alkoholischer Lösung die Verbindung; lange mit Wasser gekocht und mit salpetersaurem Silber versetzt, bildet sich kein Niederschlag.

Salpetersäure scheidet selbst aus einer concentrirten Lösung das Salz nicht allen Harnstoff aus. Durch Oxalsäure entsteht, selbst wenn sie in grossem Ueberschuss angewandt wird, keine Fällung, auch nicht durch Kalilösung, wenn sie kohlensäurefrei ist.

### *Analyse.*

- 1) 1,8455 Grm., im Wasserbade bei 100° getrocknet, verloren 0,36 = 1,9 Proc. augenscheinlich hygroskopisches Wasser, denn enthielte das Salz 1 Atom Wasser, so müsste es wenigstens 4 Proc. verloren haben. Die angeführte Gewichtsmenge wurde alsdann unter den bei der Kalkerdeverbindung beschriebenen Vorsichtsmaassregeln geglüht und der Rückstand in schwefelsaure Magnesia verwandelt, welche 0,575 Grm. wog.
- 2) 0,955 Grm. wurden mit concentrirter englischer Schwefelsäure gekocht und die Lösung mit Alkohol versetzt; es krystallisirte das Doppelsalz von schwefelsaurer Magnesia und schwefelsaurem Ammoniak, welches in mit etwas Alkohol versetztem Wasser gelöst, mit Platinchlorid gefällt wurde, eben so die saure von dem Doppelsalze abgegossene Flüssigkeit. Diese wurde, nachdem das Platinsalmiak durch Filtration geschieden war, zur Trockne gedampft und zum Abscheiden des Platinchlorids wiederholt geglüht; der Rückstand an schwefelsaurer Magnesia betrug 0,301 Grm. Der Platinsalmiak wurde geglüht und hinterliess 0,696 Platin, welches

keine Magnesia enthielt. Da ein Ueberschuss von Schwefelsäure durch das Abdunsten nicht zu entfernen war, u hat das Platinchlorid nicht alles Ammoniak ausgefällt. Je 0,696 Platin entsprechen nämlich 10,47 Proc. Stickstoff, während der Rechnung nach zufolge der aufgestellten Formel 28 Proc. verlangt werden.

	Gefunden.		Berechnet nach der Formel
	1.	2.	$\text{Mg } \ddot{\text{N}} + 2 (\text{C}_2 \text{N}_4 \text{H}_8 \text{O}_2)$
Magnesia	10,594	10,24	10,6.



Beim Vermischen sehr concentrirter heisser wässeriger Lösungen von salpetersaurem Natron und Harnstoff zu gleichen Atomen, scheidet sich beim Erkalten eine Verbindung jener beiden Körper in langen prismatischen Krystallen aus. Diese sind luftbeständig, fangen bei 35° an zu schmelzen, sind aber bei 100° noch nicht ganz flüssig. Bei 140° fangen sie an sich zu zerlegen, bei stärkerem Erhitzen verhalten sie sich wie die bisher beschriebenen Verbindungen. In Wasser lässt sich das Salz kochen, ohne dass es nachher durch salpetersaures Silberoxyd gefällt würde. Bis zum Schmelzen erhitzt und dann in Wasser gelöst, zerlegt es sich ebenfalls nicht, es krystallisirt unverändert wieder; wird es aber seines Krystallwassers beraubt und dann wieder in Wasser gelöst, so krystallisirt bei ganz langsamem Verdunsten zuerst salpetersaures Natron, dann Harnstoff. Löst man dieses Gemenge in wenig heissem Wasser auf, so scheidet sich beim Erkalten die Verbindung beider Körper aus. Es scheint demnach die ungleiche Löslichkeit der beiden Bestandtheile schon eine Zerlegung bei langsamer Verdunstung zu bewirken. Derselbe Fall findet auch bei der Verbindung mit Quecksilberchlorid statt, von der ich nachher sprechen will. Eine wässerige Lösung, mit grossem Ueberschuss von Salpetersäure versetzt, giebt keinen Niederschlag, eben so wenig mit Oxalsäure versetzt.

Die Untersuchung dieser Verbindung ist schwierig zu bewerkstelligen, weil dieselbe bei erhöhter Temperatur eben so heftig explodirt als das Kalkerdesalz. Es wurde daher, wie bei diesem oben angeführt ist, verfahren, und die Analyse gab folgendes Resultat:

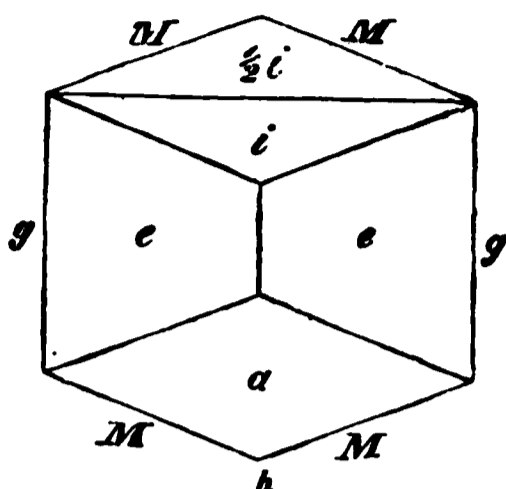
- 1) 1,6495 Grm. des frisch dargestellten und zwischen Fliesspapier sorgfältig getrockneten Salzes verloren bei 120° 0,182 Grm. und gaben 0,547 Grm. Na-Cl.
- 2) 1,6815 Grm. kurze Zeit an der Luft getrocknetes Salz verloren bei 120° 0,1695 Grm. und lieferten 0,7275 Na-Š.
- 3) 1,771 Grm., durch Glühen zersetzt, lieferten 0,6135 Na-Cl.
- 4) 1,831 Grm. verloren bei 120° 0,1935 und gaben 0,797 Na-Š.
- 5) 0,763 Grm., längere Zeit an der Luft getrocknet, verloren 0,074 Grm.

	Gefunden.					Berechnet nach der Formel $\text{Na Š} + \text{C}_2\text{N}_4\text{H}_8\text{O}_2 + 2\text{H.}$
	1.	2.	3.	4.	5.	
Natron	17,67	18,90	18,00	19,06	—	19,13
Wasser	11,0	10,08	—	10,9	9,7	11,01.

Die Krystalle scheinen an trockener Luft nach und nach, aber sehr langsam, Wasser zu verlieren, wie Analyse 5 ausweist und worauf das Mattwerden der Krystallflächen hindeutet.

Von andern salpetersauren Salzen habe ich noch das salpetersaure Kali, die salpetersaure Baryterde, Strontianerde, das salpetersaure Quecksilberoxydul und das salpetersaure Ammoniak mit dem Harnstoffe zu verbinden gesucht. Die drei erstern Salze krystallisiren nach und nach für sich aus der Lösung, das Quecksilberoxydulsalz, in heissen Lösungen mit dem Harnstoff zusammengegossen, reducirt sich theilweise zu Quecksilber und aus der abfiltrirten Lösung scheidet sich beim Verdampfen über Schwefelsäure ein basisches Quecksilbersalz ohne Harnstoff aus. Aus der Lösung, worin sich das Ammoniaksalz mit dem Harnstoff befand, erhielt ich prismatische, diliquescirbare Krystalle, von denen ich aber nicht entscheiden konnte, ob sie Harnstoff enthielten.

## B. Chlorverbindungen und Harnstoff.

I.  $\text{Na-Cl} + \text{N}_2\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2 + 2\text{H}^*)$ .

Gemessen:

$$M : a = 126^\circ$$

$$e : e = 146^\circ$$

$$e : g = 107^\circ$$

$$M : M = 139^\circ$$

$$M : g = 110\frac{1}{2}^\circ$$

$$a : i = 103^\circ$$

$$a : \frac{1}{2}i = 77^\circ.$$

Berechnet:

$$a : h = 128^\circ, 52'$$

$$\text{Kante } \frac{e}{e} : h = 89^\circ, 19\frac{1}{3}'$$

$$i : h = 51^\circ, 52'$$

$$\frac{1}{2}i : h = 27^\circ, 52'$$

$$e : a = 137^\circ, 31'$$

$$i : e = 139^\circ, 23\frac{1}{3}'.$$

Aus einer kalt gesättigten Lösung von gleichen Atomen Chlornatrium und Harnstoff scheiden sich beim Verdampfen sehr glänzende rhombische Prismen mit schiefer Endfläche von vorstehender Form aus. Diese sind zum Diluquesciren geneigt; trocken erhitzt, schmelzen sie bei  $60 - 70^\circ$ , verlieren Wasser, beim stärkeren Erhitzen geben sie ammoniakalische Dämpfe, Chlornatrium bleibt im-Rückstande. In Wasser sind sie sehr leicht löslich, in absolutem Alkohol, kaltem wie kochendem, setzen sie sich zwar, aber nicht vollständig, indem ein kleiner Theil  $\text{Na-Cl}$  mit sämmtlichem Harnstoff sich auflöst. Wird aber eine ziemlich concentrirte wässerige Lösung der Krystalle mit dem 10 — 12fachen ihres Volumens an absolutem Alkohol versetzt, so scheidet sich nichts aus, auch nach längerer Zeit nicht; ja selbst ein grosser Ueberschuss von Salpetersäure bringt alsdann

\*) Es hat zwar schon Dumas (*Traité de Chimie appl. aux arts, Tom. VII.*) diese Verbindung erwähnt, aber ohne genauere Beschreibung ihres chemischen Verhaltens und in Octaëdern krystallisirt; ich habe daher sowohl ihre Krystallform, in der ich bei den verschiedensten Darstellungen stets dieselbe erhalten habe, als auch ihr anderweitiges Verhalten gegen Reagentien genauer hier beschrieben.

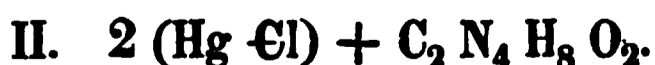
keine Fällung mehr hervor. Es ist dieses Verhalten von Wichtigkeit für die *quantitative Bestimmung des Harnstoffes im Urin*, da dieser stets grössere oder geringere Mengen Chlornatrium enthält. Aus einer concentrirten wässerigen Lösung wird durch Salpetersäure sogleich der Harnstoff bis auf eine kleine Menge ausgefällt. Mit Oxalsäure bildet sich in wässerigen wie alkoholischen Lösungen der Verbindung auch erst nach längerer Zeit ein Niederschlag von kleinen, glänzenden, gut ausgebildeten Krystallen, welche aus oxalsaurem Natron bestehen. Die Zersetzung geht indess nur langsam von Statten; wird jedoch die Flüssigkeit verdampft, so verbindet sich die Oxalsäure mit dem Harnstoff und bei stärkerer Concentration scheidet sich diese Verbindung in blättrigen Krystallen aus, denen sich keine Spur Natron beigemengt findet.

Wird die krystallisirte Verbindung des Chlornatriums mit Harnstoff geschmolzen und dann, in Wasser gelöst, gekocht oder für sich gekocht, so zerlegt sie sich nicht, sondern krystallisirt unverändert heraus.

Die Zusammensetzung wurde ermittelt, indem

- 1) 0,973 Grm. durch allmählig steigende Hitze zersetzt, dann mit wenig Salzsäure befeuchtet und nochmals geglüht wurden; der Rückstand betrug 0,411 Chlornatrium.
- 2) 0,976 Grm., in einem Trockenapparate während eines trockenen Luftstromes bis 100° erhitzt, verloren 0,122 Grm.; darauf in Wasser gelöst und heiss mit salpetersaurem Silberoxyd gefällt und aus dem Filtrat, nachdem das überschüssige Silbersalz daraus entfernt war, das Natron als Chlornatrium bestimmt. Die Menge des Chlorsilbers betrug 1,02 Grm. (= 0,416 Na-Cl), die des Chlornatriums 0,42 Grm.

	Gefunden.		Berechnet nach der Formel
	1.	2.	Na-Cl + C <sub>2</sub> N <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub> + 2H.
Chlornatrium	42,24	42,6 u. 43,0	42,8
Wasser	—	12,55	12,57.



Aus wässerigen Lösungen erhält man diese Verbindung nicht, sie bildet sich aber sogleich während des Erhaltens der Mischung

von kochenden Lösungen des Quecksilberchlorids und Harnstoffes in absolutem Alkohol. Sie stellt sehr plattgedrückte Krystalle von schwachem Perlmutterglanz dar, die wegen ihrer krummen Flächen nicht messbar sind. In kaltem Wasser sind sie wenig löslich, in kochendem zersetzen sie sich sogleich; lässt man die kalte wässrige Lösung über Schwefelsäure verdunsten, so erhält man zuerst Krystalle von Quecksilberchlorid, dann von der unzersetzten Verbindung und endlich von Harnstoff. In absolutem Alkohol, namentlich in kochendem, lösen sie sich leichter; dampft man aber diese Lösung selbst bei gewöhnlicher Temperatur ab, so zerlegt sie sich zum Theil. Die Krystalle fangen bei  $125^{\circ}$  an zu schmelzen, bei  $128^{\circ}$  sind sie vollkommen flüssig, bei  $130^{\circ}$  erstarren sie zu einem dicken Brei, aus welchem sich Sublimat und eine Spur Salmiak durch absoluten Alkohol ausziehen lässt. Wird der weisse Rückstand mit Wasser gekocht, so nimmt dieses ein wenig Salmiak und Sublimat auf, und jener verwandelt sich in ein gelbes Pulver, welches, trocken erhitzt, nicht schmilzt, ammoniakalische Dämpfe giebt, vorübergehend roth wird, während sich ein weisses Sublimat (Calomel) und darunter ein grauer Anflug von Quecksilber bildet. Der weisse Rückstand verhielt sich also wie Quecksilberamid-Chlorid.

Von Salpetersäure und von Oxalsäure wird eine Lösung der Quecksilberchlorid-Verbindung nicht gefällt, selbst wenn jene Säuren im grossen Uebermaass hinzugefügt werden.

Durch reines Kali fällt aus der alkoholischen Lösung ein gelbliches flockiges Pulver, welches, mit Wasser ausgewaschen, bis es nicht mehr alkalisch reagirt, in Wasser und Alkohol unlöslich ist, am Licht auf der Oberfläche grau wird, alsdann in Salzsäure unter Abscheidung der geringen Menge eines weissen Bodensatzes sich löst, beim trocknen Erhitzen stark ammoniakalische Dämpfe, ein Sublimat von Salmiak und Quecksilber giebt und im Rückstande eine sehr kleine Menge eines festen Körpers (Chlorkalium?) lässt. Eine quantitative Untersuchung dieses gelblichen Pulvers habe ich wegen unzureichender Substanz nicht anstellen können. Es geht aber aus dem angeführten Verhalten hervor, dass es keine reine Verbindung von Quecksilberoxyd mit Harnstoff ist, welche ich auf diese Weise erhalten zu können glaubte.

*Analyse der Verbindung*  $2(\text{Hg Cl}) + \text{C}_2\text{N}_4\text{H}_8\text{O}_2$ .

3,86 Grm., bis  $110^\circ$  erhitzt, verloren kein Wasser. Darauf wurden sie in heissem Wasser gelöst und mit Schwefelwasserstoff gefällt, die abfiltrirte und vom überschüssigen Schwefelwasserstoff befreite Flüssigkeit aber mit salpetersaurem Silberoxyd gefällt. Das bei  $140^\circ$  mit einem tarirten Filter getrocknete Schwefelquecksilber betrug 2,701 Grm., das geschmolzene Chlorsilber 3,277 Grm.

	Gefunden in 100 Theilen.	Berechnet nach der Formel $2(\text{Hg Cl}) + \text{C}_2\text{N}_4\text{H}_8\text{O}_2$ .
Quecksilber	60,38	60,73
Chlor	20,944	21,24.

Mit Chlorkalium, Salmiak und Chlorbaryum gelang es nicht, den Harnstoff zu krystallisirten Verbindungen zu vereinigen; mit Chlorstrontium erhielt ich eine äusserst diluquesceirende Verbindung, die ich nicht näher untersucht habe, weil beim Zersetzen derselben durch Hitze die ammoniakalischen Dämpfe so gering waren, dass ich sie einer kleinen Beimengung von Harnstoff in den Krystallen des Chlorstrontiums beimaass.

Beim Beginn dieser Arbeit glaubte ich, aus den Verbindungen des Harnstoffes mit Salzen noch einen Aufschluss mehr über das Atomgewicht des Harnstoffes zu bekommen, ob er als  $\text{C}_2\text{N}_4\text{H}_8\text{O}_2$  oder als  $\text{CN}_2\text{H}_4\text{O}$  zu betrachten sei. Nach den durch die Analysen hervorgehenden Resultaten kann man sich für die eine wie für die andere Ansicht entscheiden, indess sprechen die beiden Verbindungen mit salpetersaurem Silberoxyd sehr für die Zusammensetzung  $\text{CN}_4\text{H}_8\text{O}_2$ , indem sonst, wenn man die oben unter A, II aufgeführte als  $\text{Ag N} + \text{CN}_2\text{H}_4\text{O}$  zum Grunde legte, aus A, I  $2(\text{Ag N}) + 2(\text{CN}_2\text{H}_4\text{O})$  werden würde, und noch complicirter wäre dann die Magnesia- und Kalkverbindung zusammengesetzt.

Die Verbindungen des Harnstoffes mit Salpetersäure und Oxalsäure scheinen jetzt mehr als jemals unsicher geworden zu sein, als entscheidend über das Atomgewicht des Harnstoffes, denn nach den neuesten Untersuchungen von Marchand \*) er-

\*) Dies. Journ. Bd. XXXIV. S. 248.  
Journ. f. prakt. Chemie. XXXV. 1.

scheinen die Verbindungsverhältnisse beider Körper sehr complicirt, und einige Analysen, welche ich ebenfalls über diese Verbindungen angestellt habe, lieferten auch kein genügendes Resultat.

## VII.

### Ueber das Helenin, ein in der Wurzel von *Inula Helenium* sich findendes Oel.

Von

**C. Gerhardt.**

(*Annales de Chimie et de Physique.* Oct. 1844.)

Zweite Abhandlung \*).

Die Arbeit, welche ich vor einigen Jahren über das in der Wurzel von *Inula Helenium* enthaltene Oel bekannt machte, musste ich in Folge einer Correction, welche Dumas und Stass mit dem Kohlenstoff-Atom vornahmen, wieder aufnehmen. Ich besass keine hinreichende Menge, um die Substanz auf eine geeignete Weise zu studiren, nichtsdestoweniger scheinen mir meine neuen Versuche die Formel dieses Körpers zu bestimmen.

#### *Zusammensetzung des Helenins.*

Ich machte sechs Verbrennungen von dieser Substanz, deren Resultate vollkommen mit denen meiner ersten Arbeit übereinstimmen; diessmal wurde noch ein Sauerstoffgasstrom zu Hülfe genommen.

1)	0,400	Grm.	gaben	1,121	Kohlensäure	und	0,309	Wasser.
2)	0,400	-	-	1,1120	—	-	0,305	—
3)	0,385	-	-	1,076	—	-	0,307	—
4)	0,544	-	-	1,533	—	-	0,426	—
5)	0,513	-	-	1,438	—	-	0,405	—
6)	0,578	-	-	0,452	Wasser.			

---

\*) S. dies. Journ. XX. S. 47.

Nach Procenten berechnet, stellen sich folgende Zahlen dar:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Kohlenstoff	76,4	76,4	76,2	76,8	76,5	—
Wasserstoff	8,5	8,5	8,8	8,7	8,8	8,68
Sauerstoff	15,1	15,1	15,0	14,5	14,7	—

Man kann aus diesen Zahlen keine einfachere Formel als  $C_{21}H_{28}O_3$  ableiten, denn diese erfordert:

$C_{21} =$	1575	76,8
$H_{28} =$	175	8,5
$O_3 =$	300	14,7
<hr/>		
	2050	100,0.

Es ist bekannt, dass sich dieser Körper theilweise zersetzt, wenn man ihn destillirt; dieser Umstand stimmt ganz mit dem erhöhten Aequivalent, welches ich ihm jetzt gebe, überein \*). Endlich unterstützt auch die Zusammensetzung der Verbindungen des Helenins diese Formel.

Wenn man Helenin mit Kalikalk erhitzt, so entwickelt sich bei  $250^\circ$  eine sehr reichliche Menge Wasserstoff; wenn man dann den Rückstand in Wasser löst und Salzsäure zusetzt, so fallen in reichlicher Menge gelbliche, sehr klebrige Flocken nieder, welche sich an die Wände des Glasgefäßes anhängen. Diese Flocken bilden ein besonderes Harz, welches ich nicht krystallisirt erhalten konnte, nicht einmal in so reinem Zustande, um es analysiren zu können; es löst sich ziemlich gut in kaustischem Ammoniak, aber die Lösung zersetzt sich sogleich wieder, wenn es erhitzt wird, um das Ammoniak zu verjagen.

#### *Wirkung des Chlors auf Helenin.*

In meiner früheren Abhandlung beschrieb ich eine Verbindung  $C_{15}H_{20}Cl_3O_2$ , welche erhalten wird, wenn man Chlor über Helenin, im Wasserbade erhitzt, leitet. Ich hielt diesen Körper für ein Product einer unvollständigen Einwirkung, jetzt bin ich aber überzeugt, dass es eine vollendete Verbindung ist, welche sich stets, zuerst bei der Einwirkung des Chlors auf Helenin, bil-

---

\*) Nach der allgemeinen Annahme des Kohlenstoffes zu 37,5 würde unsere Formel  $C_{84}H_{56}O_6$  sein, und diese würde der des Colophons und der Fette sich nähern.

det. Jedenfalls ist es nöthig, die Formel dieses gechlorten Körpers zu ändern.

- 1) 0,310 Grm. gaben 0,596 Kohlensäure und 0,156 Wasser.
- 2) 0,307        -        -        0,593        —        -        0,59        —
- 3) 0,246        -        -        0,305 Chlorsilber.

Diese Resultate stimmen mit folgenden Zahlen überein :

	1.	2.	3.
Kohlenstoff	52,4	52,6	—
Wasserstoff	5,6	5,8	—
Chlor	—	—	30,2.

Nimmt man an, dass 4 Aequivalente Chlor sich mit 1 Aequivalent Helenin verbinden, ohne Wasserstoff zu entreissen, so erhält man:

$C_{21} =$	1575	53,6
$H_{28} =$	175	5,9
$Cl_4 =$	884	30,1
$O_3 =$	300	10,4
	<hr/>	
	2934	100,0.

Die gefundene Menge der Kohle ist etwas zu gering, aber diese Analysen schreiben sich von einer Zeit her, wo man die Substanzen nur mit Kupferoxyd verbrannte, ohne Sauerstoff darüber hinströmen zu lassen.

#### *Einwirkung der wasserfreien Phosphorsäure auf Helenin.*

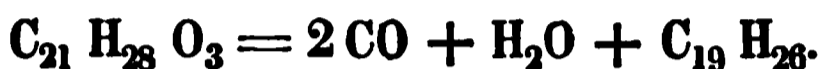
Wenn man Helenin über wasserfreie Phosphorsäure destillirt, so geht ein flüssiger Kohlenwasserstoff über, den ich *Helenin* genannt habe. Ich glaubte, dass die Phosphorsäure nur die Elemente des Wassers dem Helenin entreissen würde, aber aus meinen Analysen geht hervor, dass diess nicht die alleinige Wirkung ist. In der That, das vollkommen reine und trockene Helenin enthält zu viel Wasserstoff, als dass es der Formel des Helenins entsprechen könnte, welches allen seinen Sauerstoff als Wasser verloren haben würde; ausserdem wird bei dieser Einwirkung Kohlenoxydgas entwickelt, was mir in meinen ersten Versuchen ganz entgangen ist.

1)	0,400 Grm.	gaben	1,212 Kohlensäure	und	0,372 Wasser.
2)	0,481	-	1,566	—	0,450 —
3)	0,304	-	1,001	—	0,276 —
4)	0,465	-	1,520	—	0,421 —

Diese Resultate sind nach Procenten folgende:

	1.	2.	3.	4.
Kohlenstoff	89,5	89,0	89,8	89,0
Wasserstoff	10,3	10,4	10,1	10,1.

Wenn man die Formel  $C_{19}H_{26}$  für diesen Kohlenwasserstoff annimmt, so würde seine Bildung in folgender Weise stattfinden:



Man würde dann erhalten:

$C_{19} =$	1425,0	89,8
$H_{26} =$	162,5	10,2
	<hr/>	<hr/>
	1587,5	100,0.

In der Kälte wirkt die rauchende Schwefelsäure nicht auf das Helenen, man kann sich selbst dieser Säure bedienen, um den Kohlenwasserstoff von den letzten Spuren des Helenins zu reinigen. Erwärmt man aber das Gemisch ein wenig, so zersetzt sich das Helenen und es bildet sich eine homogene Masse von braunrother Farbe. Wird sie in Wasser gelöst und mit kohlen-saurem Baryt gesättigt, so entsteht ein Salz, welches ich helenen-schwefelsauren Baryt genannt habe; es ist ausgezeichnet bitter, sehr löslich in Wasser und kann nicht in einer regelmässigen Form erhalten werden.

Die Lösung kann man, ohne dass sie sich zersetzt, kochen; sie trocknet durch Verdunstung zu einer amorphen Masse ein.

- 1) 0,421 Grm. heleninschwefelsaures Salz, getrocknet bei  $100^\circ$ , gaben bei der Verbrennung 0,128 schwefelsauren Baryt.
- 2) 0,335 Grm. des nämlichen Salzes gaben 0,101 schwefelsauren Baryt.
- 3) 0,755 Grm. gaben 0,392 Wasser, die Kohlensäure ging verloren.

Ich hatte nicht genug Substanz, um diese Versuche zu wiederholen.

Diese Analysen führen zu folgenden Zahlen:

	1.	2.	3.
Kohlenstoff	—	—	—
Wasserstoff	—	—	5,9
Baryum	17,8	17,7	—

Wendet man auf diese Zusammensetzung das von mir aufgestellte Sättigungsgesetz der copulirten Salze an, so findet man, dass die Formel des helenenschwefelsauren Baryts sein muss:



Diese Formel erfordert:

$\text{C}_{19}$	= 1450,00	—
$\text{H}_{25}$	= 156,25	6,1
Ba	= 425,00	16,8
S	= 200,00	—
$\text{O}_3$	= 300,00	—
<hr/>		
2531,25.		

Es ist zu bemerken, dass meine Analysen des Helenens aus mit der Formel  $\text{C}_{18} \text{H}_{24}$  (Kohlenstoff 90,0, Wasserstoff 10, stimmen würden; aber bei dieser Annahme würde sich das Helen nicht von dem Oele der Alantwurzel ableiten lassen.

Dieses Oel ist ausserdem für das Studium sehr undankbar, da es nicht ein einziges krystallisirtes Product gegeben hat; ferner ist es sehr selten und die Fabricanten liefern es nur zu einem sehr hohen Preise; diess Alles hat mich verhindert, diese Untersuchungen so vollständig, als ich wünschte, auszuführen.

Die Formeln des Helenins und seiner Verbindungen sind folgende:

	Meine Formeln.	Aeltere Formeln
Oel der <i>Inula helenium</i>		
oder Helenin	$\text{C}_{21} \text{H}_{28} \text{O}_3$	$\text{C}_{84} \text{H}_{56} \text{O}_6$ ,
gechlortes Helenin	$\text{C}_{21} \text{H}_{28} \text{O}_3 \text{Cl}_4$	$\text{C}_{84} \text{H}_{56} \text{O}_6 \text{Cl}_8$ ,
Kohlenwasserstoff	$\text{C}_{19} \text{H}_{26}$	$\text{C}_{76} \text{H}_{52}$ ,
copulirtes Salz	$\text{C}_{19} (\text{H}_{25} \text{Ba}) \text{SO}_3$	$\text{C}_{76} (\text{H}_{50} \text{Ba}) \text{S}_2$ (

## VIII.

## Ueber den Einfluss des Salzes auf die Vegetation.

Von

**Henri Braconnot.**

(Ann. de Chim. et de Phys. III. Série. Janvier 1845.)

(Auszug.)

Die Meinung vieler Landwirthe, dass das Kochsalz ein gutes Düngungsmittel sei und zur Verbesserung der Ernten dienen könne, veranlasste Braconnot, einige Versuche im Kleinen darüber anzustellen.

Zu dem Ende wurden am 13. Sept. v. J. 3 gewöhnliche Blumentöpfe, jeder mit 7 Hectogrm. derselben Erde gefüllt und in den Topf 12 Körner Rübensaat und 5 Körner des Samens von *Lathyrus odoratus* gesäet. Alle wurden denselben äussern Einflüssen zugleich ausgesetzt und mit einer gleichen Menge (2 Decilitern) Wasser begossen; im Wasser des 1. Topfes waren 2 Grm. Kochsalz, im Wasser des Topfes No. 2 war 1 Grm. Kochsalz gelöst, der 3. Topf bekam reines Regenwasser. Nach Verlauf von 7 Tagen hatten die Samen im Topfe No. 3 sämmtlich gekeimt, im Topfe No. 2, welcher weniger Salz bekommen als der erste, hatten weniger und im Topfe No. 1 noch weniger Samen gekeimt, und waren namentlich die Samen von *Lathyrus* gar nicht aufgegangen.

Am 9. Octbr. bekamen sämmtliche Töpfe 1 Decilitr. frisches Wasser ohne Salz. Sie befanden sich um diese Zeit in folgenden Zuständen. Im Topfe No. 1, welcher am meisten Salz bekommen hatte, waren die wenigsten Samen entwickelt, die Pflänzchen klein, aber doch kräftig; im Topfe No. 2 waren mehr Samen aufgegangen und diese in gutem Zustande; die Samen im 3. Topfe, welche reines Wasser bekommen hatten, waren sämmtlich am meisten entwickelt. Am 19. Octbr. bekamen sie wiederum Wasser, und am 25. Octbr. bemerkte man unter den Pflanzen der Töpfe noch immer dasselbe Verhältniss wie vorhin. Die kleinen und verkümmerten Pflanzen des ersten Topfes schmeckten deutlich salzig und hinterliessen auch mehr Asche als die des 2. Topfes. Der 3. Topf wurde viel schneller trocken als die

ersteren beiden, was der Verfasser der grösseren Absorption der Pflanzen zuschreibt.

Nach einigen Agronomen soll Kochsalz, mit Kalk gemischt, besonders vortheilhaft sein, weil sich dabei kohlen-saures Natron bildet, welches nach ihrer Meinung sehr fruchtbar machend ist. Der Verfasser stellte directe Versuche an mit Wasser, welches mit diesen Alkalien versetzt war, ohne eine derartige Wirkung entdecken zu können. Dem Salze schreibt derselbe bis zu einer gewissen Grenze die Eigenschaft zu, die Vegetation zu hemmen, wobei die Pflanzen verkümmern. Auch sei es ja den Botanikern bekannt, dass auf Salzboden sehr viele Pflanzen in Zwergform erscheinen.

Der Verfasser stellte dann noch Versuche an mit gleichen Gewichten abgeschnittener Blumenzweige, die in gleiche Menge Wasser gestellt und wobei einerseits 1 Proc. Salz hinzugesetzt, andererseits reines Wasser angewandt wurde. Die Zweige in reinem Wasser absorbirten unverhältnissmässig mehr Wasser als in Salzwasser; das wenige rückständige Wasser war klar geblieben, das Salzwasser dagegen trübe und die Pflanzen welkten letzterem viel früher.

Der Verfasser schreibt dieses den eigenthümlichen Wirkungen kleiner Mengen Kochsalz zu, welche die Fäulniss beschleunigen sollen, und weist darauf hin, dass dieses schon den alten Chemikern bekannt gewesen sei, und dass Bécher schon in seinem Werke davon rede, so wie dass Pringle schon im vorigen Jahrhundert darüber Versuche angestellt habe. Der Verfasser schliesst mit der Bemerkung, dass man mittelst Kochsalz vielleicht auch die Röstung des Hanfes beschleunigen könne.

# Literarischer Anzeiger.

1845. N<sup>o</sup> III.

---

Dieser literarische Anzeiger wird den Annalen der Physik und Chemie, herausgegeben von J. C. Poggendorff, und dem Journal für praktische Chemie, herausgegeben von O. L. Erdmann und R. F. Marchand beigeheftet. — Die Insertionskosten betragen für die Zeile aus Petite, oder deren Platz  $1\frac{1}{4}$  Ngr.

---

Im Verlage der Unterzeichneten ist erschienen:

Müller-Ponillet's  
**Lehrbuch der Physik  
und Meteorologie.**

Zweite umgearbeitete und vermehrte Auflage.  
2 Bände mit 1200 in den Text eingedruckten Holzschnitten.  
gr. 8°. satinirtes Velinpapier Preis jeder Lieferung  $\frac{1}{2}$  Thlr.  
Erschienen sind bis jetzt Bd. I. 2<sup>te</sup> 1—2. Bd. II. Lief. 1—2.

Otto-Graham's  
**Lehrbuch der Chemie.**

Zweite umgearbeitete und vermehrte Auflage.  
3 Bände mit zahlreichen in den Text eingedruckten Holzschnitten.  
gr. 8°. satinirtes Velinpapier. Preis jeder Lieferung  $\frac{1}{2}$  Thlr.  
Erschienen sind bis jetzt Bd. I. 2<sup>te</sup> 1—5. Bd. II. 2<sup>te</sup> 1—4. Bd. III. 2<sup>te</sup> 1—2.  
Braunschweig, März 1845.

Friedrich Vieweg und Sohn.

Im Verlage von Ferdinand Hirt in Breslau sind erschienen und in jeder namhaften Buchhandlung zu haben:

Duflos, Dr. A., **chemisches Apothekerbuch.** Kleinere Ausgabe. 4 Rthlr.

Duflos, Dr. A., **chemisches Apothekerbuch.** Größere Ausgabe. In 2 Bänden.  $7\frac{1}{2}$  Rthlr.

Duflos, Dr. A., **pharmaceutisch-technische Chemie.** (Des Apothekerbuches erster Band.) 4 Rthlr.

Duflos, Dr. A., **analytische Chemie.** (Des Apothekerbuches zweiter Band.)  $3\frac{1}{2}$  Rthlr.

Duflos, Dr. A., **die chemischen Arzneimittel und Gifte.** (Auch unter dem Titel: Pharmacologische Chemie.)  $2\frac{2}{3}$  Rthlr.

Duflos, Dr. A., **zweiter Theil des (älteren) Handbuchs der pharmaceutisch-chemischen Praxis.**  $2\frac{1}{3}$  Rthlr.

Duflos und Hirsch, **das Arsenik.**  $\frac{1}{2}$  Rthlr.

Duflos und Hirsch, **ökonomische Chemie.** 2 Theile.  $2\frac{1}{4}$  Rthlr.

Duflos und Hirsch, **die Lebensbedürfnisse.** (Der ökonom. Chemie 1<sup>er</sup> Theil.) 1 Rthlr.

Duflos und Hirsch, **die chemischen Bedürfnisse des Ackerbaues.** (Der ökonom. Chemie 2<sup>er</sup> Theil.)  $1\frac{1}{4}$  Rthlr.

In der G. H. Beck'schen Buchhandlung in Korbilingen ist erschienen und durch alle Buchhandlungen zu beziehen:

**Trickbinger, M., Katechismus der Stöchiometrie,**  
Für Pharmaceuten, studirende Mediziner, Chemiker und Techniker.  
Größtes Verkon-Format. (104 S.) 1844. in sauberem Umschlag  
broich. Preis 17½ Ngr. oder 1 Fl.

Diese in allen Fachjournalen für Chemie und Pharmacie als ein treffliches Lehrmittel anerkannte, beachtenswerthe Schrift erlauben wir uns in empfehlende Erinnerung zu bringen.

---

Von **Grosallmeroder Schmelztiegeln,**  
**Apothekerbüchsen** u. allen in dies Fach einschlagenden Gegenständen unterhalte ich stets ein vollständiges Lager in durchaus fehlerfreier Waare und werden selbst die bedeutendsten Aufträge schleunigst zu Fabrikpreisen ausgeführt. Bedingungen und Preis-Courante stehen auf portofreies Verlangen zu Diensten.

Grosallmerode in Kurhessen im Mai 1845.

Gottlieb Wagner.

---

In der Verlags-Buchhandlung von Ch. Th. Groos in Karlsruhe  
erscheint so eben und ist durch alle Buchhandlungen zu erhalten:

**Physiologie des Athmens,**  
mit besonderer Rücksicht auf die Ausscheidung der  
Kohlensäure.

Nach eigenen Beobachtungen und Versuchen  
von

**Karl Vierordt, Med. Dr.**

Mit 1 Steindrucktafel.

gr. 8. geheftet. Preis 2 Fl. 42 Kr. oder 1⅔ Thlr.

## IX.

### Ueber die Aequivalente einiger einfacher Stoffe.

Von

**J. Pelouze.**

(*Compt. rend. T. XX. No. 15. p. 1047.*)

Der grösste Theil der Zahlen, welche die Verhältnisse ausdrücken, in denen sich die einfachen Stoffe unter einander verbinden, sind durch Berzelius aufgestellt. Während mehr als dreissig Jahren haben diese Arbeiten, welche als Grundlage für die wichtigsten Bestimmungen gedient haben, nicht den geringsten Angriff erlitten, sie haben allen Bedürfnissen in der Wissenschaft genügt, deren Fortschritt sie wesentlich befördert haben. Dennoch gestattete der Zustand der chemischen Analyse in jener ziemlich lange vergangenen Zeit es Berzelius nicht, die Genauigkeit zu erreichen, welche die Vervollkommnung der Methoden später nothwendig mit sich führen musste, und er selbst sieht voraus, dass eine Revision der Atomgewichte einst nützlich, vielleicht nothwendig sein würde; diese Revision hat begonnen\*). In einer denkwürdigen Abhandlung hat Dumas gezeigt, dass das Atomgewicht des Kohlenstoffes, welches Berzelius aus der Dichtigkeit des Sauerstoffes und der Kohlensäure ableitete, zu hoch sei, und dass die Zahl 76,44 auf 75 herabgesetzt werden müsse.

---

\*) Berzelius sagt im Jahresbericht XXIV. 62 (Wöhl. Ueb.): „Der grösste Theil der bis jetzt bestimmten Atomgewichte rührt von Versuchen her, die ich im Verlauf der Jahre 1809 und 1810 anstellte. Dass die Resultate dieser Versuche, zufolge des Zustandes, worin sich vor 34 bis 35 Jahren die gerade erst anfangende genauere Analyse befand, nicht mehr als anwendbare Approximationen zu richtigen Zahlen werden konnten, lässt sich jetzt, wo die analytischen Methoden so grosse Fortschritte gemacht haben, leicht einsehen; und ungeachtet ich die möglichst grösste Richtigkeit erstrebte, so sah ich diess doch damals schon selbst ein, und ich habe diess auch an mehreren Stellen in meinen Abhandlungen ausgesprochen. Aber wenn die damals neugeborne Lehre von den bestimmten Proportionen die Entwicklung erhalten sollte, welche ihre Wichtigkeit in Anspruch nahm, so musste das schwierige Werk, die Bestimmung der Atomgewichte, angegriffen werden, auch mit der Voraussicht, dass diess eine andere Zeit besser machen werde, und ich habe die Befriedigung gehabt, dass meine Approximationen zu jener Zeit den damit beabsichtigten Zweck erfüllt haben. Die Zeit ist nun da, wo diese Approximationen der Wahrheit noch näher gebracht werden müssen, da wir nicht das vielleicht Unmögliche fordern können, sie damit völlig übereinstimmend zu bekommen.“

In einer zweiten Abhandlung fand Dumas für die Aequivalente des Wasserstoffes und des Calciums Zahlen, welche sich sehr 12,5 und 250 näherten, und seitdem schien ihm die Hypothese von Prout, welcher die Aequivalente als Multipla eines einzigen, des Wasserstoffes, betrachtete, möglicher Weise begründet.

Sehr bald erschien diese Hypothese durch eine grosse Anzahl von Arbeiten unterstützt, welche fast ununterbrochen innerhalb zweier Jahre auf einander folgten. Dem Kohlenstoff, dem Sauerstoff und dem Calcium fügte man bald als einfache Multipla des Wasserstoffes den Stickstoff, das Chlor, das Zink, das Brom, das Quecksilber, den Schwefel, das Baryum, das Strontium u. s. w. hinzu.

Die Hypothese des englischen Chemikers schien bald in die Zahl der vollständig bewiesenen Wahrheiten eingereiht werden zu müssen; jedoch entging die Schwierigkeit der Untersuchungen, welche die Feststellung der chemischen Proportionalzahlen zum Vorwurf haben, und die Wichtigkeit, welche sich an die so schnell vorgenommenen Aenderungen für eine Frage von dem höchsten Einflusse knüpfte, einigen Verfassern der Arbeiten nicht, die ich oben erwähnt habe, und eine Hypothese, deren Genauigkeit bis zu diesem Augenblicke noch durch nichts festgestellt ist, wird die Wissenschaft mit einer Anzahl von Untersuchungen bereichern, die mit der grössten Genauigkeit ausgeführt worden sind.

Von diesen Arbeiten werde ich namentlich die von Marignac erwähnen, in denen derselbe die Proportionalzahlen des Silbers, des Chlors und des Kaliums festzustellen sucht \*).

Ich glaube nicht, dass ausser dem Kohlenstoff, dessen Atomgewicht durch eine Methode festgestellt worden ist, die eine sehr grosse Genauigkeit besitzt, in der ganzen Liste der einfachen Stoffe ein einziges Element ist, dessen Aequivalent mit so grosser Genauigkeit festgestellt sei als das des Chlors und das des Silbers. Hr. Marignac scheint in dieser Beziehung nichts zu wünschen

---

\*) Die Untersuchungen von Marignac über diesen Gegenstand sind im Auszuge in dies. Journ. XXXI. 272 mitgetheilt worden. Seitdem hat Hr. Marignac seine Versuche einer Revision unterworfen und in den damals erhaltenen Zahlen eine kleine Aenderung vorgenommen. Wir werden hierauf bald zurückzukommen Gelegenheit haben. E. u. M.

orig gelassen zu haben, und die Chemiker, welche seine Arbeit gelesen haben, werden ihm ohne Zweifel dieselbe Achtung zollen, welche ihm bereits von Berzelius selbst zu Theil geworden ist.

Im Verlaufe seiner Untersuchungen hat Hr. Marignac sich in der Bestimmung des Aequivalents des Chlorkaliums einer Methode bedient, welche schon Berzelius angewandt hatte. Dieses Aequivalent war kein Multiplum des Wasserstoffes. Indem ich mich auf die völlig übereinstimmenden Versuche von Berzelius und Marignac stützte und auf einige von mir angestellte Analysen, bewies ich, dass, da das Aequivalent des Chlorkaliums ein Multiplum von 12,5 sei, das Chlor und das Kalium, oder wenigstens eins dieser Elemente nothwendiger Weise ausserhalb der Hypothese von Prout liegen müsse, diese also schlecht begründet sei.

Ich theilte damals Hrn. Marignac meine Absicht mit, eine Methode anzuwenden, welche eine ausserordentliche Genauigkeit in der Bestimmung der Aequivalente einer grossen Anzahl von Körpern besass, und forderte ihn auf, sich dieser Methode zu bedienen, um seine eigenen Versuche über das Silber, Chlor und Kalium zu controliren.

Die Chemiker gestehen dieser Methode eine ausserordentliche Zuverlässigkeit zu, denn sie ist in jeder Beziehung die, welche Gay-Lussac zuerst vorgeschlagen hat, für die Analyse der Silberlegirungen auf nassem Wege, und deren tägliche Anwendung seit funfzehn Jahren zugleich ihre Nützlichkeit und ausserordentliche Genauigkeit bewiesen hat.

Ich verfare folgendermaassen:

Ich nehme völlig reines Silber, wäge es auf einer guten Porcellanwage, die schnell und sehr genau ein Viertel Milligramm anzeigt; sodann bringe ich davon 2 bis 6 Grammen in eine Flasche mit eingeschliffenem Stöpsel von ungefähr 200 Cb.C. Inhalt; darin löse ich das Silber in Salpetersäure auf, verdünne die Lösung mit 100 bis 150 Grm. Wasser und bringe die Chlorverbindung hinein. Ein oder zwei Versuche zeigen mir sehr annähernd die verhältnissmässigen Mengen des Silbers und des anzuwendenden Chlorürs. Ist dieses fest, so bringe ich es unmittelbar von der Wage in die Flasche; ist es flüssig, so wäge ich es in einer kleinen Glasflasche, die ich mit dem Löthrohre zublase

und sodann in die Silberlösung bringe. Ich schliesse die Flasche, die bewege sie heftig, so dass das Fläschchen darin zerbricht und die eingeschlossene Flüssigkeit mit der Silberlösung in Berührung kommt.

Durch Schütteln kläre ich die Flüssigkeit und beende die Fällung durch die *Liqueur décime d'argent*, welche 1 Grm. Silber auf 1 Litre, oder 1 Milligrm. auf den Cubikcentimeter enthält.

Im Uebrigen halte ich mich durchaus an die Vorschriften, welche Gay-Lussac in seiner schönen Arbeit über den „*neuen Weg*“ gegeben hat. Bei einiger Uebung in dieser Art von Versuchen kann der Fehler, den man begehen kann, sich nicht höher als auf ein halbes, selbst ein Viertel-Tausendtheil des angewandten Silbers belaufen.

Man hat bei diesen Verfahren keinen Niederschlag auf dem Filter zu sammeln, nicht auszuwaschen, zu trocknen und zu wiegen: man hat nur zwei Wägungen auszuführen, die der beiden Stoffe, welche man mit einander in Berührung bringen will. Die Berührung und die Reaction finden in einem gut verschlossenen Gefässe statt. Der Schluss der Analyse ist durch ein sehr einfaches Zeichen angegeben, durch die Durchsichtigkeit einer durchaus farblosen Flüssigkeit, welche schon durch den kleinsten Bruchtheil eines Milligramms Silber sehr sichtbar getrübt wird.

Die Hauptschwierigkeit, welche zu überwinden ist, hängt nicht mit der Untersuchungsmethode zusammen; sie bietet sich fast bei allen Analysen dar und besteht darin, stets reine Verbindungen zur Untersuchung anzuwenden. Es ist klar, dass das Chlorür, welches das Silber fällen soll, frei sein muss von allen fremden Beimengungen. Ich habe immer mein Möglichstes gethan, diesen Zweck zu erreichen, und ich glaube dahin gelangt zu sein, wenn ich darnach urtheile, dass meine Resultate fast identisch unter einander waren, wenn ich die Verbindungen auf verschiedenem Wege darstellte und reinigte.

Nur mit Zurückhaltung lege ich diese gegenwärtige Untersuchung vor und gestehe, dass ich es nicht gewagt haben würde, eine so delicate Arbeit zu unternehmen, wie die Bestimmung der chemischen Aequivalente ist, wenn mich nicht ein doppelter Umstand ermuthigt hätte, Resultate bekannt zu machen, die ich von nun an verfolgen und vervollständigen will. Einestheils ist die Methode, welche ich angewandt habe, nicht die meinige; es ist

Wie des Hrn. Gay-Lussac; andererseits erwähnt Berzelius diese Methode, als besonders einer grossen Präcision fähig erscheinend.

Die Aequivalente des Chlors und des Silbers, abgeleitet aus den Versuchen des Hrn. Marignac, und ausserdem so sehr mit denen in der Tabelle von Berzelius übereinstimmend, haben mir als Ausgangspunct gedient, die Aequivalente zu berechnen, deren Bestimmung gegenwärtige Abhandlung enthält. Diese sind 443,20 für das Chlor und 1349,01 für das Silber.

#### *Aequivalent des Natriums.*

100000 Silber wurden gefällt durch:

54158	Chlornatrium,
54125	—
54139	—

Das Mittel dieser drei Versuche giebt für das Aequivalent des Natriums 287,17; für das des Chlornatriums 730,37.

Das Chlornatrium war durch Zersetzung des schwefelsauren Natrons durch Chlorbaryum und Zerlegung des kohlensauren Natrons durch Chlorwasserstoffsäure dargestellt worden. Das öfter umkrystallisirte Salz war bei 200° getrocknet oder geschmolzen und gab in beiden Fällen dieselben Resultate. Ich habe auch unmittelbar schöne Proben durchaus reinen und durchsichtigen Steinsalzes von Dieuze angewandt.

#### *Aequivalent des Kaliums.*

Das Chlorkalium war durch Glühen von reinem chlorsaurem Kali gewonnen; es ward umkrystallisirt und auf dieselbe Weise wie das Chlornatrium getrocknet.

Die Mittelzahl aus drei Versuchen gab 932,50 für das Aequivalent des Chlorkaliums, der von Marignac 932,34 sehr nahe.

Hr. Levol, dessen Genauigkeit den Chemikern bekannt ist, erhielt seinerseits 932,49.

932,50

443,20

---

489,30

als Aequivalent des Kaliums; diese Zahl stimmt fast völlig überein mit  $932,34 - 443,20 = 489,14$  (Marignac).

*Stickstoff.*

Zuerst wandte ich Krystalle von Chlorammonium an, w  
durch Krystallisation aus Wasser erhalten worden waren; s  
jedoch das sublimirte Salz.

100 Th. Silber wurden gefällt durch :

49,556 Th. Salmiak,  
49,517 - —

Diess giebt als Aequivalent für den Salmiak :

668,38  
667,98.

Für das Aequivalent des Stickstoffes :

175,58  
174,78

---

Mittel 175,18.

*Baryum.*

Das Chlorbaryum war durch mehrere auf einander folg  
Krystallisationen gereinigt worden; seit der dritten Krysta  
tion gab es sehr nahe übereinstimmende Zahlen. Es wurd  
Oelbade bei 200° oder in einer Glasröhre über der Lampe  
trocknet, bei einer Temperatur, die unter der Rothglühhitze  
befand.

4,002 Grm. Silber wurden gefällt durch 3,860 Chlorbaryun  
6,003 - - - - - 5,790 —  
3,001 - - - - - 2,895 —

Daraus folgt das Aequivalent des Chlorbaryums :

1301,14  
1301,14  
1301,36,

für das Baryum also :

857,94  
857,94  
858,16

---

Mittel 858,01.

Bei dem Chlorbaryum klärt sich die Flüssigkeit unen  
viel schneller als beim Chlornatrium. Die Chlorüre des Bary  
und Strontiums verändern sich nicht, wenn sie ihr Krystall

verlieren, wie das Chlorcalcium. Ihre Lösung ist nach der Trocknung ohne Wirkung auf das blaue oder rothe Lakmuspapier \*). Kohlensäure bringt keinen Niederschlag darin hervor. In einer langen Röhre, die mit Asbest angefüllt ist, geglüht, lassen beide Salze Wasser entweichen, welches nicht die geringste Trübung in salpetersaurem Silberoxyd hervorbringt.

### *Strontium.*

Dieselbe Methode wie für das vorhergehende Salz. Man erhält sehr leicht durch Krystallisation lange Nadeln von mehreren Centimetern Länge, welche bei 200° oder über der Lampe unter der Rothglühhitze getrocknet wurden. Die erste Krystallisation giebt meist ein zu hohes Aequivalent, und umgekehrt beim Baryum ein zu niedriges. Diess scheint von einem Gemisch beider Salze herzurühren.

2,014	Silber	wurden	ausgefällt	durch	1,480	Chlorstrontium,
3,008	-	-	-	-	2,210	—

Das Aequivalent des Chlorstrontiums folgt daraus:

991,32

991,12.

Das des Strontiums:

548,12

547,92

---

Mittel 548,02.

### *Silicium.*

Das Chlorsilicium, welches ich anwandte, hatte mir Herr Ebelmen mitgetheilt. Es war ganz durchsichtig. Beim Verdampfen im Glasschälchen hinterliess es keinen Rückstand. Es war lange Zeit über Quecksilber aufbewahrt worden.

Nach der Fällung durch Silber, die sehr leicht vor sich geht, wurde die Flüssigkeit filtrirt und eingedampft; es blieb ein Rückstand von farbloser, durchsichtiger Kieselsäure-Gallerte zurück. Es schien mir, als löse sich nicht die ganze Quantität der Kieselsäure in der Salpetersäure; jedoch setzte die kleine Menge, welche davon in Suspension blieb, der Klarheit nicht das ge-

---

\*) Vergl. v. Bonsdorff in Pogg. Ann. XIX. 350. D. Red.

ringste Hinderniss entgegen, und ich glaube nicht, dass dieser Umstand den geringsten Einfluss auf das Resultat ausgeübt hat.

2,9595 Grm. Silber wurden gefällt durch 1,167 Chlorsilicium,  
 3,6850 - - - - - 1,454 —

1000000 Silber wurden gefällt durch:

394325 Chlorsilicium,  
 394570 —

Daraus folgt das Aequivalent des Siliciumchlorürs:

531,95  
 532,28,

und das des Siliciums:

88,75  
 89,13  


---

 Mittel 88,94.

### *Phosphor.*

Ich habe das Protochlorür ( $\text{P Cl}_3$ ) angewandt und werde auch noch das Perchlorür benutzen.

Das wohl getrocknete Chlor wurde auf Phosphor geleitet. Als dieser gelöst war, wurde der Chlorstrom unterbrochen und ein grosser Ueberschuss von sehr fein vertheiltem Phosphor hinzugefügt; das Gemenge stellt nun eine Mischung von Protochlorür mit sehr wenigem Perchlorür dar. Nach einigen Tagen wurde die Flüssigkeit decantirt und mit Zinnamalgam geschüttelt, über diesem Amalgam destillirt und mehrere Male rectificirt. Nach einiger Zeit gab das Destillat mit Silber gleiche Resultate. Die Flüssigkeit war farblos und trübte destillirtes Wasser nicht.

Im Augenblick, wo der Chlorphosphor mit dem salpetersauren Silberoxyd in Berührung kommt, bildet sich ein brauner Niederschlag, der sich nach und nach entfärbt und endlich dem Chlorsilber gleicht, welches etwas vom Lichte verändert ist. Die phosphorige Säure, welche durch die Einwirkung des Wassers auf den Chlorphosphor gebildet ist, wandelt sich zweifelsohne sehr bald in Phosphorsäure um. Jedoch kann die Gegenwart dieser Säure durchaus keinen Einfluss ausüben.

Im Mittel bedarf es 42,74 Th. Chlorphosphor, um 100 Theile Silber zu fällen. Daraus folgt das Aequivalent des Phosphors 400,3.

*Arsenik.*

Das Arsenikchlorür wurde mehrere Male überdestillirt, um den Ueberschuss des Chlors zu entziehen. Es war farblos und verschwand in einer grossen Menge Wasser vollständig. Sein Kochpunct änderte sich während der Rectification nicht wesentlich. Das Thermometer zeigte 134—135°.

Drei Versuche lieferten:

	2267,5
	1329,6
As	937,9.
	2266,7
	1329,6
As	937,1.
	2267,0
	1329,6
As	937,4.
Mittel	937,50, Aequivalent des Arseniks.

Die folgende Tabelle zeigt die verschiedenen Aequivalente, von denen ich so eben gehandelt habe; daneben habe ich die gesetzt, welche sich in Berzelius's Tabelle finden:

		Berzelius.
Natrium	287,17	290,90
Kalium	489,30	489,92
Stickstoff	175,08	177,03
Baryum	858,03	856,88
Strontium	548,02	547,29
Silicium	88,94	92,43
Phosphor	400,30	392,29
Arsenik	937,50	940,08.

Am beträchtlichsten haben von den oben bezeichneten Stoffen Phosphor und Silicium eine Aenderung erlitten. Alle andern, den Stickstoff ausgenommen, weichen sehr wenig von den Zahlen ab, welche in diesem Augenblick in der Wissenschaft angewandt sind.

Wenn man diese neuen Zahlen durch 12,5 oder das Äquivalent des Wasserstoffes theilt, so gelangt man zu Zahlen, welche zum Theil sehr entfernt von der Hypothese von Prout sind. Für andere hingegen, den Stickstoff, Phosphor und Arsenik, kommt man auf völlig ganze Zahlen (14. 32. 75). Ihre Äquivalente sind durch den Versuch als Multipla des Wasserstoffes festgestellt. Es sind diess namentlich die Elemente der organischen Verbindungen, welche auf diese Weise auftreten \*).

Ist die in Rede stehende Hypothese für einige Stoffe wahr für andere falsch? Wenn es schwierig ist, sich für die Fälle auszusprechen, wo die Zahlen der Analyse mit denen der Theorie übereinstimmen, so muss man gestehen, dass, wenn man sich auf den rein experimentellen Weg hält, die Frage über die Wasserstoffmultipla negativ gelöst ist.

## X.

### Untersuchung der flüchtigen Säuren mit sechs Atomen Sauerstoff.

Von

**Aug. Cahours.**

(*Ann. de Chim. et de Phys. III. Série. Decbr. 1844.*)

(Erste Abhandlung.)

Schon seit langer Zeit ist die Constitution der Säuren und ihrer Salze Gegenstand des Studiums der Chemiker gewesen, es haben sich vorzugsweise die Ansichten zweier Männer, ausgezeichnetsten, welche die Chemie nennt, geltend gemacht, es sind diese die von Lavoisier und Davy.

Nach Lavoisier ist eine Säure stets die Verbindung zweier binärer Körper, einerseits von Wasser, andererseits von einem oxydirten Körper, der dann als die eigentliche wasserfreie Säure betrachtet wird. Bringt man das Hydrat einer Säure mit Base zusammen, so wird das Wasser ausgetrieben und durch die Base ersetzt. Auf diese Weise erhält man das Salz.

\*) Vergl. dies. Journ. XXXI. S. 385.

Ein Säurehydrat ist demnach der Typus der Salze im Allgemeinen; sein Wasser, ersetzt durch verschiedene Basen, liefert die einzelnen Species, die diesem Genus angehören. Diese Betrachtungsweise auf Schwefelsäure, Salpetersäure und Chlorsäure angewandt, giebt:

$\text{SO}_3, \text{H}_2\text{O}$  als Typus der schwefelsauren Salze.

$\text{SO}_3, \text{H}_2\text{O} + \text{KO} = \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_3\text{KO}$ , schwefelsaures Kali.

$\text{SO}_3, \text{H}_2\text{O} + \text{PbO} = \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_3\text{PbO}$ , schwefelsaures Bleioxyd.

$\text{NO}_5, \text{H}_2\text{O} = \text{Salpetersäure}$ .

$\text{NO}_5, \text{H}_2\text{O} + \text{KO} = \text{H}_2\text{O} + \text{NO}_5\text{KO}$ , salpetersaures Kali.

$\text{NO}_5, \text{H}_2\text{O} + \text{PbO} = \text{H}_2\text{O} + \text{NO}_5\text{PbO}$ , salpetersaures Bleioxyd.

$\text{ClO}_5, \text{H}_2\text{O} = \text{Chlorsäure}$ .

$\text{ClO}_5, \text{H}_2\text{O} + \text{KO} = \text{H}_2\text{O} + \text{ClO}_5\text{KO}$ .

$\text{ClO}_5, \text{H}_2\text{O} + \text{PbO} = \text{H}_2\text{O} + \text{ClO}_5\text{PbO}$ .

Demnach unterscheidet sich das neutrale Salz von dem Säurehydrat nur durch die Substitution eines Oxyds von der Form  $\text{MO}$  für ein Molecül Wasser.

Diese durch ihre Einfachheit sich so empfehlende Ansicht wurde von den meisten Chemikern angenommen, bis man eine zweite Gruppe von Säuren entdeckte, welche nur Wasserstoff neben dem Radical enthielten, und von da an musste man zwei Classen von Säuren, die Sauerstoffsäuren und die Wasserstoffsäuren, unterscheiden.

In einer sehr merkwürdigen Abhandlung von Davy über die Jodsäure suchte derselbe beide Classen von Säuren auf einen und denselben Typus zurückzuführen; er betrachtete alle Säuren als Wasserstoffsäuren, gerade so wie die Salzsäure. Bei dieser Betrachtungsweise erklären sich die Salze durch die einfache Erscheinung der Substitution.

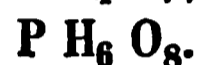
Schreibt man die Formel der Schwefelsäure  $\text{SO}_4, \text{H}_2$ , so erhält man in der That ihre Salze durch Substitution des Wasserstoffes durch ein Metall. Diese geistreichen Ideen Davy's passten demnach für alle Säuren, und so fanden sie auch Aufnahme bei den verschiedensten Chemikern.

Die Entdeckung der mehrbasischen Säuren führte auf gewichtige Gründe gegen diese Betrachtungsweise, indem man bei der Phosphorsäure, welche in dieser Beziehung so vortrefflich von Graham untersucht wurde, einwarf, dass man alsdann drei verschie-

dene und unbekannte Radicale für diese annehmen müsse, während sie sich nach der Ansicht von Lavoisier so einfach erklären liesse. Dieser Schwierigkeiten kann man sich nun leicht überheben, wenn man sich von Dumas's Ideen leiten lässt.

Derselbe erweiterte Davy's Ansichten, indem er gewisse Molecüle als bestimmte Typen betrachtete, worin man, ohne die Grundeigenschaften zu ändern, das eine oder andere Molecül herausnehmen und durch ein anderes ersetzen kann.

Auf diese Weise betrachtet, gehören die drei Phosphorsäuren drei verschiedenen Typen an, die so zu schreiben sind:



In dem ersten kann man 1 Aequiv. Wasserstoff durch 1 Aeq. eines Metalles ersetzen, um die metaphosphorsauren Salze zu erhalten.

Aus dem zweiten erhält man durch eine ähnliche Substitution die pyrophosphorsauren Salze, wenn man 1 oder 2 Aeq. Wasserstoff austauscht, und eben so aus der dritten, durch Ersetzung von 1, 2 oder 3 Aeq. Wasserstoff durch ein Metall, die gewöhnlichen phosphorsauren Salze.

So kann man alle mehrbasischen Säuren und deren Salze entwickeln.

Dieses möge als Einleitung dienen für das, was im Folgenden über die Salicylsäure und die aus ihr abgeleiteten Verbindungen gesagt ist.

Die höchst seltsamen und überhaupt unerwarteten Eigenschaften des salicylsauren Methylens und des salicylsauren Aethers hatten Dumas Veranlassung gegeben, in seinem Bericht über meine, über diesen Gegenstand abgefasste Abhandlung die Salicylsäure als zweibasisch zu betrachten. Die Thatsachen nun, welche ich neuerdings beobachtet habe und über welche ich weiter unten eine Uebersicht geben werde, zeigen nur ganz evident, dass diese Säure einbasisch, oder, wie ich lieber sagen möchte, dass sie monomoleculär ist.

### *Salicylsäure.*

Diese Säure nimmt im Vergleich mit den meisten übrigen flüchtigen Säuren, deren Molecül nur 4 At. Sauerstoff enthält,

einigen so eigenthümlichen Platz ein, dass ich glaube, einige besondere Eigenthümlichkeiten hervorheben zu müssen, indem ich sie unter denselben Umständen als die vorhergehenden betrachte, und dieses ist der Plan der nachfolgenden Untersuchungen.

Je nachdem die Salicylsäure sich aus einer wässerigen oder weingeistigen Lösung ausgeschieden hat, besitzt sie ein anderes Ansehen bei übrigens gleicher Zusammensetzung.

Wasser von gewöhnlicher Temperatur löst nur wenig davon auf, beim Sieden viel mehr, und scheidet sie beim Erkalten in langen, zarten, der Benzoësäure ähnlichen Nadeln aus.

Weingeist löst viel mehr als Wasser; die Lösung der freiwilligen Verdunstung überlassen, giebt sehr voluminöse zarte Krystalle; es sind schiefe vierseitige Prismen. Holzgeist löst ziemlich viel, zumal beim Sieden.

Aether löst die Säure schon bei gewöhnlicher Temperatur zur Genüge, in der Hitze noch mehr. Beim freiwilligen Verdunsten setzen sich sehr regelmässige voluminöse Krystalle ab. Arbeitet man mit 50—60 Grm. der Säure und stellt man ihre Auflösung in ein hohes Gefäss, dessen Oeffnung man mit durchlöchertem Papier verschlossen hat, um eine höchst langsame Verdunstung zu bewirken, so erhält man 3—4 Centim. lange und 4—6 Millim. breite Krystalle. Sie ist gewiss eine der schönsten Säuren, die man kennt.

Terpentinöl löst kalt kaum etwas davon, in der Hitze etwa ein Fünftel, und wird dadurch beim Erkalten fest.

Die Salicylsäure schmilzt bei 150°. Bei erhöhter Temperatur verwandelt sie sich in Dampf, der sich an den kalten Theilen des Destillationsgefässes als kleine, sehr glänzende Krystalle verdichtet. Wenn die Säure rein ist und die Destillation bei gemässiger Hitze vor sich geht, so destillirt sie, ohne eine Veränderung zu erleiden, über.

Ist sie dagegen nicht rein, oder ist die Hitze zu gross, so wird sie grossentheils zersetzt. Es setzt sich ein farbloses Oel in der Vorlage ab, welches in Kali löslich ist, mit Chlor und Brom Chlorphenissäure und Bromphenissäure, mit Salpetersäure längere Zeit behandelt, Kohlenstickstoffsäure giebt, mit einem Worte, ein Oel, welches alle Eigenschaften des Phenylhydrats besitzt, dessen Zusammensetzung es genau hat.

Die Salicylsäure bildet mit Kali, Natron, Baryt, Strontian, Kalk, Magnesia und Zinkoxyd lösliche und krystallisirbare Salze.

Mit Bleioxyd, Kupferoxyd und Silberoxyd bildet sie schwer lösliche Salze; das Bleisalz löst sich aber leicht bei Siedehitze und schießt beim Erkalten in nadelförmigen, sehr glänzenden Krystallen an.

Eine Lösung von Salicylsäure in Berührung mit Luft erleidet keine Veränderung.

Mit verdünnter Schwefelsäure und Braunstein erhitzt, bildet sich daraus Ameisensäure.

Brom und Chlor wirken auf sie in der Art ein, dass sie 1, 2 oder 3 Atome Wasserstoff ersetzen und neue Körper bilden. Der Dampf der wasserfreien Schwefelsäure, auf die gepulverte Salicylsäure geleitet, löst sie zu einer gummiartigen, in kaltem Wasser löslichen Masse auf; sie ist eine Sulfosalicylsäure und giebt mit den meisten Basen lösliche Salze.

Rauchende Salpetersäure verwandelt die Salicylsäure in der Kälte in Indigsäure, welche beim Erwärmen in Kohlenstickstoffsäure übergeht.

Erwärmt man ein Gemenge von Salzsäure und Salicylsäure bis auf 60—70° und wirft man nach und nach ganze Krystalle von chloresaurem Kali hinein, so entsteht eine sehr lebhafte Einwirkung, das Gemenge erwärmt sich bedeutend, und es setzt sich bald darauf ein röthliches Oel zu Boden, welches eine beträchtliche Menge Chloranil enthält; dieses kann man mittelst Weingeist ausziehen.

Die salicylsauren Alkalien nehmen unter gleichzeitigem Einfluss von Luft und Wasser eine dunkelbraune Farbe an; es bildet sich auf Kosten der Salicylsäure eine braune Materie, welche die Flüssigkeit färbt, indem sie sich mit Alkalien verbindet.

Die salicylsauren Alkalien geben bei der trockenen Destillation reines Phenylhydrat.

Die verschiedenen salicylsauren Salze enthalten ein oder mehrere Atome Wasser, welches sie bei erhöhter Temperatur nur schwer abtreten; ich glaubte deshalb, dass die Säure verschiedene Hydrate bildete, und zersetzte eine sehr verdünnte Lösung von salicylsaurem Kali durch Salzsäure. Die Säure schied sich in Gestalt krystallinischer Flocken aus und hatte in diesem Zustande genau dieselbe Zusammensetzung als die sublimirte oder

aus Weingeist krystallisirte, wie es die folgenden Analysen zeigen:

- 1) 0,560 Grm. aus Weingeist krystallisirte Säure,  
0,223 Wasser,  
1,248 Kohlensäure.
- 2) 0,418 Grm. aus der Lösung des salicylsauren Kali's mit  
Salzsäure gefällte Säure,  
0,165 Wasser,  
0,927 Kohlensäure.

Wonach man erhält:

	I.	II.	III.	Berechnet.
Kohlenstoff	60,76	60,83	60,48	$C_{14} = 60,86$
Wasserstoff	4,41	4,37	4,38	$H_{12} = 4,35$
Sauerstoff	34,83	34,81	35,14	$O_8 = 34,79$
	100,00	100,00	100,00	100,00.

### *Salicylsäure Salze.*

Reines salicylsaures Kali erhält man, wenn man Salicylsäure mit einer concentrirten Auflösung von kohlensaurem Kali sättigt, zur Trockne verdampft und aus dem Rückstand das salicylsäure Kali durch siedenden Weingeist aufnimmt, welcher theilweise beim Erkalten und weiter beim Verdampfen das Salz in Krystallen anschiessen lässt. Trocknet man dieses Salz zwischen Fließpapier und krystallisirt es nach Auflösen in Wasser im leeren Raume um, so erhält man es in farblosen, seidenartigen und stark glänzenden Nadeln. Trocken erhält es sich sehr gut an der Luft und eben so in trockenem Sauerstoffgase; feucht dagegen oder aufgelöst, nimmt es bald eine braune Farbe an und wird schliesslich vollständig schwarz.

Der trocknen Destillation unterworfen, giebt es Phenylhydrat und lässt kohlensaures Kali im Rückstande.

Das krystallisirte Salz gab mir folgende Resultate:

- I. 0,744 gaben 0,350 schwefelsaures Kali  
= 0,189 Kali oder 25,4 Proc.

Hieraus findet man das Gewicht des organischen Körpers, welcher mit 1 Atom Kali verbunden war = 1732,5, entsprechend der Formel  $C_{14} H_{10} O_8 + H_2 O$ .

Das krystallisirte Salz, welches bei gewöhnlicher Temperatur im leeren Raume getrocknet ist, enthält demnach noch 1 Atom Wasser.

II. 0,573 Grm. dieses Salzes, mit einer grossen Menge antimonomiger Säure gemengt, gaben mir beim Verbrennen mit Kupferoxyd 0,171 Wasser und 0,948 Kohlensäure.

Dieses beträgt in Procenten:

	I.	II.	
Kohlenstoff	45,12	—	$C_{14} = 45,4$
Wasserstoff	3,32	—	$H_{12} = 3,2$
Sauerstoff	—	—	$O_6 = 26,0$
Kali	—	25,4	
			100,0.

III. 0,832 Grm. krystallisirtes salicylsaures Kali, auf  $175^{\circ}$  erhitzt, verloren 0,042 oder 5,05 Procent.

Setzt man voraus, dieses Salz habe ein Molecül Wasser verloren, so würde dieses 4,87 betragen müssen; denn man hat:

1 Molecül trockner Säure	=	1612,5	69,65
1 - Kali	=	589,9	25,48
1 - Wasser	=	112,5	4,87
		2314,9	100,00.

### *Salicylsauren Baryt*

erhält man durch Kochen von kohlensaurem Baryt und Salicylsäure mit Wasser; der Baryt löst sich, indem seine Kohlensäure ausgetrieben wird. Man filtrirt heiss und verdampft im leeren Raume unter Anwendung Wasser aufnehmender Mittel. Man erhält dann seidenartige kurze Nadeln, die sich gewöhnlich concentrisch gruppiren. Nach zweimaligem Umkrystallisiren erhält man ein farbloses und sehr reines Product.

Der an der Luft getrocknete salicylsaure Baryt verliert auch im leeren Raume bei  $100^{\circ}$  kein Wasser mehr, bei  $150^{\circ}$  verliert er die Hälfte und bei  $212$  bis  $215^{\circ}$  alles Wasser, was er enthält.

I. 0,568 Grm. krystallinischer lufttrockner salicylsaurer Baryt gaben:

0,399 schwefelsauren Baryt, oder  
0,202 Baryt = 35,56 Procent.

II. 1,148 desselben Salzes, bei 150° im leeren Raume getrocknet, gaben:

0,640 schwefelsauren Baryt, oder  
0,419 Baryt = 36,49 Procent.

Aus dem ersten Versuche ergibt sich als Atomgewicht die Zahl 1732, entsprechend der Formel:

$$\begin{array}{r}
 \text{C}_{14} = 1050,0 \\
 \text{H}_{10} = 62,5 \\
 \text{O}_5 = 500,0 \\
 \hline
 1612,5 \\
 112,5 \\
 \hline
 1725,0.
 \end{array}$$

Aus dem zweiten erhält man für das Gewicht der mit Baryt verbundenen Säure 1664, entsprechend der Formel:

$$\begin{array}{r}
 \text{C}_{14} = 1050,0 \\
 \text{H}_{10} = 62,5 \\
 \text{O}_5 = 500,0 \\
 \hline
 1612,5 \\
 56,2 \\
 \hline
 1668,7.
 \end{array}$$

1,208 Grm. dieses letztern Salzes, so lange einer Temperatur von 210 bis 215° ausgesetzt, bis dasselbe nichts weiter verlor an Gewicht, gaben einen Verlust von 0,040, entsprechend 3,39 Procent oder  $\frac{1}{2}$  Aeq. Wasser.

Salicylsaurer Baryt, der trocknen Destillation unterworfen, giebt Phenylhydrat, welches sogleich krystallisirt, und hinterlässt kohlen-sauren Baryt, mit Kohle gemengt.

Man sieht, dass der salicylsaure Baryt das Wasser sehr fest zurückhält, welches sich wie basisches Wasser zu verhalten scheint. Man hat demnach:

$\text{C}_{14} \text{H}_{10} \text{O}_5 \text{BaO} + \text{H}_2\text{O}$  für lufttrocknes Salz,

$\text{C}_{14} \text{H}_{10} \text{O}_5 \text{BaO} + \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$  für das bei 150° getrocknete Salz,

$\text{C}_{14} \text{H}_{10} \text{O}_5 \text{BaO}$  für das bei 215° getrocknete Salz.

### *Salicylsaurer Kalk.*

Er wird auf dieselbe Weise dargestellt wie der salicylsaure Baryt.

Dieses Salz verliert, wenn es lufttrocken ist, selbst bei 130° kein Wasser mehr.

1,224 Grm. salicylsaurer Kalk, welcher an der Luft getrocknet war, gaben mir:

0,479 schwefelsauren Kalk, entsprechend  
0,198 Kalk = 16,17 Procent.

Man findet hieraus das Gewicht der Säure auf 1 Atom Kalk = 1845, entsprechend folgenden Zahlen:

$C_{14}$	=	1050,0	1612,5
$H_{10}$	=	62,5	225,0
$O_5$	=	500,0	
		<hr/>	
		1612,5	1837,5.

II. 0,465 Grm. von diesem Salze, mit Kupferoxyd in einem Strome von Sauerstoffgas verbrannt, gaben mir:

0,169 Wasser und  
0,813 Kohlensäure.

Man erhält hieraus in Procenten:

	Gefunden.	Berechnet.
Kohlenstoff	47,67	$C_{14} = 48,0$
Wasserstoff	4,03	$H_{14} = 4,0$
Sauerstoff	32,13	$O_7 = 32,0$
Kalk	16,17	$CaO = 16,0$
<hr/>		<hr/>
100,00		100,0.

III. 0,955 des bei 135° getrockneten Salzes gaben mir:

0,376 an schwefelsaurem Kalk, oder  
0,156 Kalk = 16,3 Procent.

Man sieht, dass das Salz bei dieser Temperatur kein Wasser weiter verliert. Der salicylsaurer Kalk giebt bei der trocknen Destillation Phenylhydrat und hinterlässt Kohle und kohlen-sauren Kalk im Rückstande.

### *Salicylsäure Talkerde*

erhält man, wenn man ein Gemenge von Salicylsäure, kaustischer oder kohlen-saurer Magnesia mit Wasser zum Sieden bringt. Dieses Salz ist sehr leicht löslich und krystallisirt im leeren Raume in concentrisch gruppirten Nadeln. Häufig wachsen sie zusam-

en und bilden eine sehr harte Masse. Das Salz löst sich leicht in gewöhnlicher, und beträchtlicher noch bei Siedehitze.

### *Salicylsaures Ammoniak*

hält man, wenn man mit Ammoniak gesättigte Salicylsäure in Wasser zum Sieden bringt. Das warme Fluidum giebt, wenn hinreichend concentrirt war, beim Erkalten das Ammoniaksalz krystallinischen Schuppen. Eine verdünntere Auflösung, dem freiwilligen Verdunsten überlassen, giebt seidenglänzende Nadeln des Salzes.

Zwischen Fliesspapier so lange, bis dieses nicht mehr feucht wird, und dann bei trockner Luft weiter getrocknet, gab dieses Salz die folgenden Resultate:

I. 0,466 Grm. Substanz gaben 0,255 Wasser und 0,924 Kohlensäure.

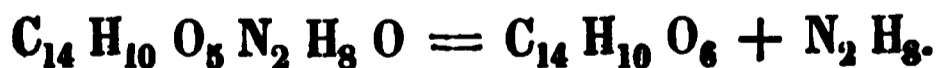
II. 0,801 desselben Salzes gaben 60 Cb.Cent. Stickstoff bei einer Temperatur von 10° und dem Drucke von 0,767 Mm.

III. 0,439 von einer andern Probe gaben 0,236 Wasser und 0,870 Kohlensäure.

Diese Resultate, in Procenten ausgedrückt, sind folgende:

	I.	II.	III.	Berechnet.
Kohlenstoff	54,07	—	54,04	$C_{14} = 54,18$
Wasserstoff	6,07	—	5,98	$H_{18} = 5,81$
Stickstoff	—	8,94	—	$N_2 = 9,03$
Sauerstoff	—	—	—	$O_6 = 30,98$
				<hr/> 100,00.

Das Ammoniaksalz, welches ich analysirte, entspricht daher der Formel:



Dieses Salz ist sehr leicht löslich in Wasser; der trocknen Destillation unterworfen, zersetzt es sich in Wasser und Salicylamid, dessen Bildung sich leicht erklärt:



### *Salicylsaures Bleioxyd*

erhält man, indem man kohlensaures Bleioxyd und Salicylsäure mit Wasser kocht, heiss filtrirt und zum Erkalten hinstellt; das

Salz schießt bald in Gestalt seidenartiger und stark glänzender Krystalle an.

Giesst man eine concentrirte Lösung von salicylsaurem Kali oder Ammoniak in eine ebenfalls concentrirte Lösung von essigsaurem Bleioxyd, so bildet sich ein weisser krystallinischer Niederschlag, welcher, mit heissem Wasser behandelt, sich löst und beim Erkalten sehr schöne Krystalle giebt. Dieses Salz enthält Wasser und ist durchaus durchsichtig; trocknet man es im leeren Raume über  $100^{\circ}$ , so verliert es Wasser und die Krystalle werden matt weiss und ganz undurchsichtig.

Das krystallisirte Salz gab folgende Resultate:

- I. 0,610 Grm. salicylsaures Bleioxyd gaben:  
0,370 schwefelsaures Bleioxyd, oder  
0,272 Bleioxyd = 44,59 Procent.
- II. 0,355 dieses Salzes, mit Kupferoxyd verbrannt, gaben:  
0,080 Wasser und  
0,439 Kohlensäure.

Diese Resultate, auf Procente berechnet, geben:

	I.	II.		Berechnet.
Kohlenstoff	—	33,72	$C_{14} = 1050,0$	33,66
Wasserstoff	—	2,50	$H_{12} = 75,0$	2,43
Sauerstoff	—	—	$O_6 = 600,0$	19,23
Bleioxyd	44,59	—	$PbO = 1394,0$	44,68
				<hr/>
				3119,0 100,00.

III. 1,120 Grm. krystallisirtes salicylsaures Bleioxyd gaben, bei einer Temperatur von  $140-150^{\circ}$  im leeren Raume getrocknet, einen Verlust von  $0,041 = 3,65$  Procent, entsprechend einem Atom Wasser. Die Rechnung erfordert 3,61.

Giesst man salpetersaures Silber in eine wässrige Lösung von salicylsaurem Ammoniak, so erhält man einen glänzend weissen Niederschlag, den man einige Male mit kaltem Wasser abwäscht. Dieses Salz löst sich in geringem Maasse in kochendem Wasser und scheidet sich daraus beim Erkalten in sehr kleinen durchsichtigen und sehr glänzenden Krystallen aus.

Die Analyse gab mir folgende Zahlen:

- I. 0,630 Grm. salicylsaures Silber gaben 0,120 Wasser und 0,791 Kohlensäure.

II. 0,500 Grm. desselben Productes gaben 0,218 metallisches Silber = 0,234 Silberoxyd.

Die hieraus berechneten Procente sind:

	I.	II.	Berechnet.
Kohlenstoff	34,24	—	$C_{14} = 34,29$
Wasserstoff	2,11	—	$H_{10} = 2,04$
Sauerstoff	—	—	$O_5 = 16,32$
Silberoxyd	—	46,80	$AgO = 46,35.$

Dieses Salz ist demnach wasserfrei nach der Formel:



### *Einwirkung von Brom auf Salicylsäure.*

Wenn man Brom tropfenweise auf gepulverte Salicylsäure fallen lässt, so erhitzt sich die Masse sehr merklich und man bemerkt die Dämpfe der Bromwasserstoffsäure mit Bromdämpfen gemengt. Wenn man die Masse nach jedesmaligem Hinzufügen von Brom zerreibt, damit die Berührung unter den reagirenden Körpern vollständiger sei, und man die Operation früher, als bis die ganze Menge der Säure angegriffen ist, unterbricht, so hat man eine Substanz erhalten, welche kaum gelblich gefärbt ist; sie enthält nur eine mit einer geringen Menge Salicylsäure gemengte Bromsäure, von welcher man sie durch öfteres Waschen mit kleinen Mengen Alkohol befreien kann. Der Rückstand löst sich in siedendem Weingeist vollständig, und die Flüssigkeit, der freiwilligen Krystallisation überlassen, giebt die Brom enthaltende Säure in Gestalt kleiner, harter und glänzender Krystalle. Es ist in ihr an die Stelle von 1 Atom Wasserstoff 1 Atom Brom getreten. Ich nenne sie *Monobromsalicylsäure*.

Lässt man statt der eben genannten Methode einen Ueberschuss von Brom so lange auf die Säure einwirken, bis sich keine Reaction mehr zeigt, so erhält man nur ein einziges Product, welches man durch Waschen mit Wasser und mehrfaches Umkrystallisiren aus Weingeist reinigt. Diese neue, eine sehr constante Verbindung, enthält noch einmal so viel Aequivalente Brom als die vorige.

Schüttet man diese Substanz feingepulvert mit einem grossen Ueberschusse an Brom in eine Flasche und setzt man dieses Ge-

menge dem Einflusse des Sonnenlichtes aus, so verliert die Verbindung allmählig noch mehr Wasserstoff, wofür Brom eintritt. Nach Verlauf von 25—30 Tagen beendete ich diese Operation; den Ueberschuss an Brom nahm ich durch Wasser hinweg und reinigte das Product durch wiederholtes Umkrystallisiren aus Weingeist. So erhielt ich kleine, gelbliche, sehr zerreibliche Prismen von *Tribromsalicylsäure*.

### *Monobromsalicylsäure.*

Ihre Darstellung und Reinigung ist oben bereits angegeben.

Sie stellt, so erhalten, farblose sehr glänzende Prismen dar, die mit der Salicylsäure einige Aehnlichkeit haben. Sie ist in Wasser, selbst in siedendem, sehr wenig löslich. Aether, namentlich in der Wärme, löst sehr viel; eben so verhält sich Weingeist. Sie schmilzt bei nicht sehr hoher Temperatur. Bei der Destillation verändert sie sich. Zerreibt man sie mit Sand, welchem man eine kleine Menge kaustischen Baryt zugefügt hat, und erhitzt man dieses Gemenge in einem Destillirgefässe, so entwickelt sich ein dicker Rauch, welcher sich in der Vorlage zu einem röthlichen Oele, welches man durch nochmalige Destillation über ein Gemenge derselben Art farblos erhalten kann, verdichtet. Hierbei treten 2 Atome Kohle mit 4 Sauerstoff zu Kohlensäure zusammen, und es bleibt für das ölartige Product eine Zusammensetzung übrig, welche man als ein Phenylhydrat, worin 1 Atom Wasserstoff durch 1 Atom Brom ersetzt ist, betrachten kann, wie ich weiter unten zeigen werde.

Die Salze der Monobromsalicylsäure mit Kali, Natron und Ammoniak sind weniger löslich als die entsprechenden salicylsäuren. Mit Eisenoxydsalzen giebt sie dieselbe charakteristische violette Farbe wie die Salicylsäure.

Die Analyse der Monobromsalicylsäure gab folgende Resultate:

- I. 0,468 Grm. gaben 0,109 Wasser und 0,683 Kohlensäure.
- II. 0,522 Grm. gaben 0,126 Wasser und 0,762 Kohlensäure.
- III. 0,966 Grm. gaben 0,836 Bromsilber, entsprechend 0,368 Brom.

Diese Resultate geben, in Procenten ausgedrückt:

	I.	II.	III.	Berechnet.
Kohlenstoff	39,75	39,80	—	$C_{14} = 39,08$
Wasserstoff	2,58	2,66	—	$H_{10} = 2,42$
Brom	—	—	36,02	$Br_2 = 36,28$
Sauerstoff	—	—	—	$O_6 = 22,32$
				<hr/> 100,00.

Diese Analysen geben einen Ueberschuss an Kohlenstoff und Wasserstoff, welcher in der Schwierigkeit, alle Salicylsäure zu entfernen, begründet ist. Das ölartige Product, welches durch Destillation dieser Säure über Sand und Baryt entstand, gab folgende Resultate:

I. 0,430 gaben 0,139 Wasser und 0,683 Kohlensäure.

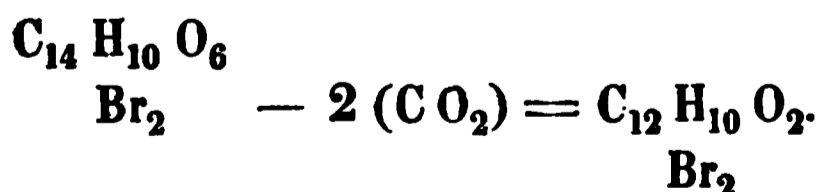
II. 0,622 gaben 0,667 Bromsilber = 0,279 Brom.

In Procenten betragen diese Angaben:

Kohlenstoff	43,30	—	$C_{12} = 42,12$
Wasserstoff	3,57	—	$H_{10} = 2,93$
Brom	—	44,85	$Br_2 = 45,61$
Sauerstoff	—	—	$O_2 = 9,36$
			<hr/> 100,00.

Hier wie im vorigen Falle bemerkt man einen sehr beträchtlichen Ueberschuss an Kohlenstoff und Wasserstoff, welcher sehr wahrscheinlich von einer geringen Beimischung von Phenylhydrat herrührt, gebildet durch die Zersetzung der Salicylsäure.

Die Bildungsweise dieses Körpers, welchen ich mit dem Namen *Bromophenassäure* bezeichne, erklärt sich sehr einfach. Man hat:



Indem die Monobromsalicylsäure und die Salicylsäure einem und demselben Typus angehören, muss erstere, denselben zerstörenden Einflüssen ausgesetzt, eine analoge Zersetzung erleiden, sie muss ein Product geben, welches mit dem Phenylhydrat einem Typus angehört.

*Bibromsalicylsäure.*

Wir haben gesehen, dass sich diese Säure leicht bildet, wenn man einen Ueberschuss an Brom auf Salicylsäure wirken lässt. Man muss vor jedem neuen Zusatze von Brom die Säure zerreiben, damit die Einwirkung vollständig sei. Sobald die Operation beendet ist, bringt man die Masse auf ein Filter und wäscht mit viel Wasser, kocht sie dann mit Ammoniak bis zur vollständigen Lösung, wodurch man beim Erkalten kleine glänzende Krystallnadeln des Ammoniaksalzes erhält. Diese löst man noch einmal in Wasser, zersetzt mit Salzsäure, den weissen Niederschlag nimmt man nach gehörigem Auswaschen in siedendem Weingeist auf. Beim Verdampfen des Weingeistes erhält man hieraus abgestutzte Prismen der Bibromsalicylsäure.

Die reine Säure ist farblos oder wenig röthlich-gelb, kaum löslich in Wasser, sehr löslich in Weingeist, noch mehr in Aether. Sie schmilzt bei ungefähr  $150^{\circ}$ . Ihre Salze mit Kali, Natron und Ammoniak sind noch weniger löslich als die der Monobromsalicylsäure.

Zwei- bis dreimal über Sand und Baryt destillirt, giebt sie unter vollständiger Zersetzung eine ölige Materie, welche in der Kälte krystallisirt.

Schwefelsäure löst sie bei gelindem Erwärmen, Wasser fällt sie daraus wieder.

Salpetersäure von  $36^{\circ}$  löst sie leicht beim Sieden; es entwickeln sich rothe Dämpfe, mit Brom gemengt, und es setzt sich beim Erkalten eine gelbe krystallisirbare Materie ab, welche die Eigenschaften der Pikrinsäure hat.

Bei der Analyse habe ich folgende Zahlen erhalten:

- I. 0,434 Grm. gaben 0,070 Wasser und 0,464 Kohlensäure.
- II. 0,529 Grm. gaben 0,077 Wasser und 0,562 Kohlensäure.
- III. 0,446 Grm. gaben 0,563 Bromsilber = 0,236 Brom.
- IV. 0,508 einer zweiten Probe, mit besonderer Sorgfalt dargestellt und durch mehrfache Krystallisation aus Weingeist gereinigt, gaben 0,072 Wasser und 0,527 Kohlensäure.
- V. 0,500 gaben 0,639 Bromsilber = 0,268 Brom.
- VI. 0,442 gaben 0,060 Wasser und 0,460 Kohlensäure.

Oder in Procenten:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	Berechnet.
Kohlenstoff	29,15	28,96	—	28,15	—	28,29	C <sub>14</sub> = 28,4
Wasserstoff	1,78	1,62	—	1,56	—	1,51	H <sub>8</sub> = 1,4
Brom	—	—	52,89	—	53,5	—	Br <sub>4</sub> = 53,4
Sauerstoff	—	—	—	—	—	—	O <sub>6</sub> = 16,8
							<hr/> 100,0.

Es sind also von den Elementen der Salicylsäure 2 Aequival. Wasserstoff durch 2 Aeq. Brom vertreten.

### *Tribromsalicylsäure.*

Wie wir oben gesehen haben, tauscht die vorige Säure noch ein drittes Wasserstoffatom gegen Brom aus. Man kann sich nur schwer ein reines Product verschaffen.

Die Bibromsalicylsäure ist nämlich eine sehr constante Verbindung, welche man auch überall, wo man Brom auf Salicyl-

säure oder deren Producte einwirken lässt, vorzugsweise erhält. Behandelt man indessen diese Säure mit Brom bei Sonnenlicht, so erhält man, wie weiter oben beschrieben wurde, die Tribromsalicylsäure als eine gelbe Substanz, welche man zwei- bis dreimal aus Weingeist von 0,80 krystallisiren lässt.

Nach dieser Reinigung stellt sie kleine gelbliche, sehr harte, leicht pulverisirbare Prismen dar. Sie ist in Wasser unlöslich, in Weingeist ziemlich und in Aether leicht löslich. Mit Kali, Natron und Ammoniak giebt sie in kaltem Wasser kaum lösliche Salze. Die Lösung des Ammoniaksalzes giebt mit Silbersalzen einen dunkel orangeröthen, mit Bleisalzen einen gelben Niederschlag.

Concentrirte Schwefelsäure löst diesen Körper bei sehr gelinder Wärme. Salpetersäure greift ihn beim Sieden an, es entwickelt sich ein rother Dampf, welcher Brom mit sich führt, und es bleibt eine gelbe krystallinische Materie zurück.

Drei- oder viermal über Sand und Baryt destillirt, zersetzt sie sich vollständig; es wird Bromwasserstoffsäure frei und es verdichtet sich eine feste Masse, welche durch einen ölarartigen Körper verunreinigt ist. Das feste Product besitzt die Zusammensetzung und die Eigenschaften der Bromphenissäure.

Die Analyse der Tribromsalicylsäure ist folgende:

I. 0,468 Grm. gaben 0,052 Wasser und 0,412 Kohlensäure.

II. 0,672 Grm. desselben Productes gaben 1,017 Bromsilber oder 0,427 Brom.

III. 0,565 Grm. von einer zweiten Probe gaben 0,062 Wasser und 0,498 Kohlensäure.

IV. 0,399 Grm. desselben Productes gaben 0,613 Bromsilber oder 0,255 Brom.

Hieraus ergibt sich die folgende procentische Zusammensetzung:

	I.	II.	III.	IV.	Ber.
Kohlenstoff	24,00	—	24,09	—	$C_{14} = 22,9$
Wasserstoff	1,23	—	1,24	—	$H_6 = 0,8$
Brom	—	63,54	—	63,91	$Br_6 = 63,7$
Sauerstoff	—	—	—	—	$O_6 = 12,6$
					<u>100,0</u>

Auch hier finden wir wiederum einen Ueberschuss an Kohlenstoff und Wasserstoff, weil es unmöglich ist, die Säure vollkommen von geringen Beimengungen von Bibromsalicylsäure frei zu machen. Das oben erwähnte feste Product ist, wie bereits bemerkt, Bromphenissäure; die Analyse lässt keinen Zweifel:

- I. 0,562 Grm. gaben 0,061 Wasser und 0,468 Kohlensäure.  
 II. 0,542 Grm. desselben Productes gaben 0,926 Bromsilber oder 0,388 Brom.

Oder in Procenten:

	I.	II.	Berechnet.
Kohlenstoff	22,65	—	$C_{12} = 22,15$
Wasserstoff	1,19	—	$H_6 = 0,92$
Brom	—	71,60	$Br_8 = 72,00$
Sauerstoff	—	—	$O_2 = 4,93$
			<hr/> 100,00.

Ausserdem giebt dieser Körper mit Silber- und Kupfersalzen die charakteristischen Reactionen, welche Laurent angegeben hat.

### *Einwirkung des Chlors auf Salicylsäure.*

Gegen Chlor verhält sich die Salicylsäure eben so wie gegen Brom. Ist Salicylsäure im Ueberschuss, so erhält man Monochlorsalicylsäure, die nur schwierig von der beigemengten Salicylsäure rein zu erhalten ist; ist dagegen Chlor im Ueberschuss, so erhält man Bichlorsalicylsäure, welche, eben so wie die entsprechende Bromverbindung, sehr constant ist, und welche man daher auch leicht rein erhalten kann. Eine Trichlorsalicylsäure darzustellen, habe ich nicht versucht, aber es lässt sich voraussetzen, dass sie auf dieselbe Weise sich werde erzeugen lassen.

Man sieht nun, dass die Salicylsäure mit grosser Leichtigkeit 2 At. Wasserstoff gegen 2 At. Chlor oder Brom verliert, darüber hinaus aber widersteht sie den wasserstoffentziehenden Mitteln so sehr, dass man die Wirkung des Sonnenlichtes mit hinzuziehen muss, um ein weiteres Austreten des Wasserstoffes zu veranlassen.

Es scheint demnach, dass der Wasserstoff in verschiedenen Zuständen in den organischen Körpern vorkomme, weil bei die-

sem Körper eine gewisse Anzahl der Molecüle leicht; ein weiterer aber nur sehr schwierig gegen ein den Wasserstoff sehr bindendes Element austritt.

Bis jetzt kennen wir durchaus kein Gesetz, wonach sich von vorn herein bestimmen liesse, welches unter den verschiedenen von einem Körper abgeleiteten Producten das constanteste sei und sich demnach vorzugsweise bilden müsse; eben so wenig bietet uns die Analogie hier etwas dar.

So sind der Salicylwasserstoff, die Salicylsäure und das Phenylhydrat drei Stoffe, welche sich auf einfache Weise einer aus dem andern ableiten lassen; der zweite durch Oxydation des ersten, der dritte durch Austreten von 2 Atomen Kohlensäure aus dem zweiten. Alle drei enthalten dieselbe Menge Wasserstoff, und dennoch nimmt ein Ueberschuss von Chlor in einer gegebenen Zeit nur ein Molecül Wasserstoff aus dem Salicylwasserstoff, und unter denselben Umständen zwei aus der Salicylsäure und drei aus dem Phenylhydrat.

Ganz ähnliche Resultate liefert uns die Anissäure, weil sie auch nur 1 Atom Wasserstoff gegen Chlor oder Brom verliert. Das Anisol aber, welches durch Austreten von 2 Atomen Kohlensäure davon abgeleitet werden kann, verliert dagegen 2 Aeq. Wasserstoff.

Diese Thatsachen und so viele andere, die man hier anführen könnte, zeigen, dass sich die ganz nahe stehenden, zu einer Familie gehörigen Körper nach keiner Analogie im voraus beurtheilen lassen.

#### *Einwirkung von Chlor auf salicylsaures Kali.*

Lässt man in eine mässig concentrirte Auflösung von salicylsaurem Kali Chlorgas nur behutsam eintreten, so nimmt die Flüssigkeit eine braune Farbe an und es bildet sich bald ein dunkelgrauer Absatz. Wenn man zu dieser Zeit die Flüssigkeit mit einer Säure sättigt, so erhält man einen weissen Niederschlag, welcher, mit Wasser gewaschen, in Weingeist aufgenommen und sich aus diesem Lösungsmittel in feinen Nadeln krystallisirt erhalten lässt. Sie sind eine chlorhaltende Säure, welche der Monochlorsalicylsäure sehr nahe steht; aber es ist sehr schwer, sie

in einem Zustande gehöriger Reinheit zu bekommen. Lässt man dagegen den Strom des Chlors so lange einwirken, bis der Niederschlag nicht mehr merklich zunimmt, und wäscht man die Fasse, bis die Waschwässer ungefärbt ablaufen, so behält man eine graue Masse übrig. Diese löst sich bei Siedehitze in einem Wasser, welchem man etwa den dritten Theil seines Volumens eines Weingeistes von 36° beigemischt hat, und krystallisirt beim Erkalten in weissgrauen Nadeln. Nach zwei- bis dreimaligem Umrystallisiren aus sehr schwachem Weingeiste erhält man sie fast ganz farblos.

Dieses ist nun ein Kalisalz einer Säure, die durch Austausch von 2 At. Wasserstoff gegen 2 At. Chlor aus der Salicylsäure entsteht. Das Salz ist daher bichlorsalicylsaures Kali. Dasselbe hat genau das Ansehen des bichlorsalicylsauren Methylens, und wir werden sehen, dass ihre Zusammensetzungen so übereinstimmend sind, dass sie nur durch Vertretung von 1 Atom Kalium durch 1 At. Methyl abweichen.

Löst man dieses Kalisalz in Wasser und zersetzt man es durch Salzsäure, so wird ein weisser Körper gefällt, der sich in Weingeist von 0,80 auflöst. Ist die Lösung sehr concentrirt, so schießt die Säure in Form von Nadeln oder Schuppen an. Ist die Lösung dagegen verdünnt, so nimmt die Säure bei freiwilligem Verdunsten die Gestalt sehr wohlgestalteter, harter und leicht zerreibender Octaëder an. Diese Säure giebt mit Kali und Ammoniak neutrale, wenig lösliche Salze; sie giebt mit Silber- und Bleisalzen reichliche weisse Niederschläge.

Sie löst sich nur in sehr geringer Menge in siedendem Wasser und schießt daraus in sehr feinen Nadeln an. Weingeist löst sie leicht, eben so Aether, letzterer sogar noch mehr.

Schwefelsäure löst sie leicht bei gelinder Wärme und lässt sie beim Erkalten theilweise fallen. Salpetersäure greift sie im Sieden leicht an; schliesslich löst sich Alles und es fallen beim Erkalten schöne gelbe Blätter aus der Flüssigkeit.

Zwei- bis dreimal über mit wenig Baryt gemengten Sand destillirt, zersetzt sie sich vollständig und setzt sich in Chlorophenissäure um.

## 102) Cahours: Untersuchung der flüchtigen Säuren

Die Bichlorsalicylsäure giebt, auf diese Weise erhalten, die folgenden Resultate:

- I. 0,414 Grm. gaben 0,080 Wasser und 0,619 Kohlensäure.
- II. 0,4065 Grm. derselben Probe gaben 0,563 Chlorsilber, entsprechend 0,133 Chlor oder 34,13 Procent.
- III. 0,495 Grm. einer zweiten Probe gaben 0,095 Wasser und 0,740 Kohlensäure.
- IV. 0,502 desselben Productes gaben 0,094 Wasser und 0,749 Kohlensäure.
- V. 0,510 Grm. desselben Productes gaben 0,710 Chlorsilber, entsprechend 0,175 Chlor oder 34,31 Procent.
- VI. 0,585 Grm. einer anderen Probe gaben 0,112 Wasser und 0,582 Kohlensäure.
- VII. 0,388 Grm. desselben Productes gaben 0,072 Wasser und 0,582 Kohlensäure.
- VIII. 0,522 derselben Probe gaben 0,724 Chlorsilber, welches 0,1785 Chlor enthält oder 34,18 Procent.



Das chlorosalicylsaure Kali, erhalten durch Einwirkung von Chlor auf salicylsaures Kali, stellt sich in der Form kleiner weißgrauer Krystalle dar. Es löst sich in siedendem Wasser und setzt sich beim Erkalten in Krystallen an; leichter löst es sich in weingeistigem Wasser. Aus diesem Salze erhielt ich folgende Resultate:

I. 0,798 des bei 100° im leeren Raume getrockneten Salzes gaben mir 0,282 schwefelsaures Kali, welches 0,152 Kali oder 19,24 Procenten entspricht.

Hieraus findet man für das Atomgewicht der Säure 2476.

II. 0,470 desselben Salzes gaben 0,552 Chlorsilber oder 0,136 Chlor = 28,39 Procente.

Die Rechnung giebt:

$C_{14}$	=	1050,0	34,40
$H_6$	=	37,5	1,23
$Cl_4$	=	885,2	28,68
$O_5$	=	500,0	16,43
$KO$	=	590,0	19,26
		<hr/>	
		3062,7	100,00.

Die braune Flüssigkeit, woraus das bichlorsalicylsaure Kali durch Filtriren abgeschieden wurde, giebt, wenn man sie lange der fernern Einwirkung von Chlor aussetzt, bis dieses nicht mehr einwirkt, unter Entfärbung einen röthlichen, dem Antimon-sulphür ähnlichen Niederschlag. Wäscht man diesen so lange mit Wasser, bis er an dieses nichts mehr abgiebt, und nimmt ihn in Weingeist auf, so schießen daraus beim Abdampfen kleine harte, gelb-orangefarbene Prismen an. Diese Krystalle, im leeren Raume getrocknet, gaben bei der Analyse folgende Resultate:

I. 0,360 gaben 0,058 Wasser und 0,583 Kohlensäure.

II. 0,392 desselben Productes gaben 0,548 Chlorsilber oder 0,135 Chlor = 34,43 Procent.

In Procenten:

	I.	II.	Berechnet.
Kohlenstoff	40,48	—	40,62
Wasserstoff	1,79	—	1,94
Chlor	—	34,43	34,24
Sauerstoff	—	—	23,20
		<hr/>	
		100,00.	

Es besitzt demnach dieser Körper genau die Zusammensetzung der Bichlorsalicylsäure. Die rohe Materie, aus welcher die Krystalle ausgeschieden haben, hat eine sehr braune Farbe, ist leicht schmelzbar und krystallisirt in sehr verwickelten Verhältnissen. Bei der Analyse erhielt ich Resultate, welche mit der Formel der Chlorophenissäure übereinstimmen.

Dieses Product unterscheidet sich aber dennoch durch seine Eigenschaften. Bei der trocknen Destillation giebt es eine sehr merkliche Menge reiner Chlorophenissäure mit allen von Laurent angegebenen Eigenschaften.

Wir werden nun sogleich sehen, dass Brom bei seiner Einwirkung auf salicylsaures Kali dieselben Erscheinungen hervorbringt.

#### *Einwirkung von Brom auf salicylsaures Kali.*

Lässt man Brom tropfenweise in eine Lösung von salicylsau-rem Kali fallen, so wird es ganz und gar absorbirt und die Temperatur steigt dabei merklich. Bald darauf setzt sich ein reichlicher Niederschlag ab, und ich erkannte ihn durch die Analyse leicht als bibromsalicylsaures Kali. Durch Zersetzung mit Salzsäure erhält man die bromhaltige Säure.

Diese nun, durch gehöriges Auswaschen mit destillirtem Wasser gereinigt, schießt aus der Lösung in Weingeist in Form prismatischer Krystalle an. Sie sind farblos, kaum in Wasser löslich, leicht in Weingeist und noch leichter in Aether.

Sie bildet mit Kali und Ammoniak wenig lösliche Salze und mit den Metalloxyden unlösliche.

Die Analyse gab folgende Zahlen:

I. 0,564 gaben 0,081 Wasser und 0,583 Kohlensäure.

II. 0,420 desselben Productes gaben 0,535 Bromsilber oder 0,225 Brom = 53,66 Procent.

III. 0,522 gaben 0,070 Wasser und 0,541 Kohlensäure.

Oder in Procenten:

	I.	II.	III.	Berechnet.
Kohlenstoff	28,16	—	28,22	28,4
Wasserstoff	1,59	—	1,49	1,4
Brom	—	53,56	—	53,4
Sauerstoff	—	—	—	16,8
				<hr/> 100,0.

Wenn man die Lösung des salicylsauren Kali's etwas alkalisch macht, und man nun Brom hinzufügt, bis nichts mehr gelöst wird, so entfärbt sich die Flüssigkeit unter lebhafter Reaction, es entwickelt sich Kohlensäure und es schlägt sich bald eine röthliche Materie, dem Kermes ähnlich, nieder. Diese gut ausgewaschene Substanz löst sich weder in Kali noch Ammoniak, selbst nicht bei Siedehitze. Starker und siedender Weingeist löst nicht mehr, leicht dagegen löst sie sich in Aether.

In verschlossenen Gefässen einer mässigen Hitze ausgesetzt, entwickelt sie dicke Dämpfe, welche sich an den kalten Theilen des Gefässes in Form weisser und zarter Nadeln wie Schimmel ansetzen. Dieses letztere Product hat die Zusammensetzung und die Eigenschaften der Bromphenissäure.

Die rothe Materie gab bei der Analyse folgende Resultate:

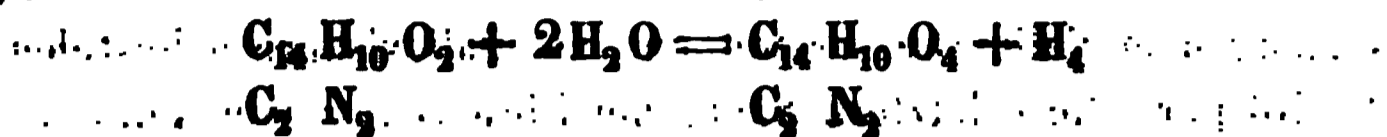
	I.	II.	Ber.
Kohlenstoff	22,19	—	$C_{12} = 22,15$
Wasserstoff	0,88	—	$H_6 = 0,92$
Brom	—	71,80	$Br_6 = 72,00$
Sauerstoff	—	—	$O_2 = 4,93$
			<hr/> 100,00.

Demnach besitzt sie dieselbe Zusammensetzung der Bromphenissäure, von welcher sie durch ihre übrigen Eigenschaften ganz verschieden ist.

Ich möchte nun schliesslich noch einen Umstand von grossem Interesse, nämlich die Bildung der Salicylsäure mittelst reinen Indigo's, anführen, indem dieser Rechenchaft von der Entstehung identischer Producte giebt, welche man durch Einwirkung gewisser Reagentien auf Körper aus der Reihe der Indigsäure und der Salicylreihe erhält. Diese Umsetzung erfolgt bei Einfluss festen Kali's bei einer Temperatur, die höher ist als  $300^{\circ}$ . Der Versuch giebt nicht immer eine gute Ausbeute; unter 8 Versuchen erreichte ich nur dreimal den Zweck. Wenn man den rechten Zeitpunkt nicht beobachtet, so wird die Substanz zerstört und man erhält eine braune Masse; setzt man dagegen die Behandlung nicht lange genug fort, so erhält man nur Anthranilsäure.

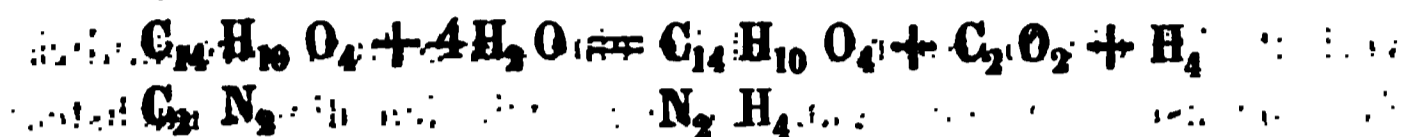
Indigo  $\equiv C_{16}H_{10}N_2O_2$ , oder nach Dumas  $C_{14}H_{10}O_2$   $C_2N_2$

geschrieben, hätte man nach der ersten Einwirkung von Kalihydrat:



Isatin.

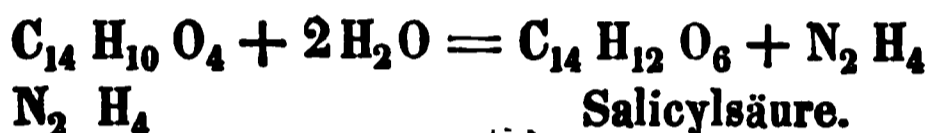
Man hat ferner:



Isatin.

Anthranilsäure.

Und indem sich dieses letztere Product zersetzt, so hat man schliesslich:



$N_2H_4$

Salicylsäure.

Anthranilsäure.

Dieses Resultat, welches man voraussehen kann, bringt die beiden Reihen organischer Körper, die des Indigo's und die des Salicyls, welche wir jetzt am genauesten kennen, in einen einfachen Zusammenhang.

Um also kurz die Endresultate zusammen zu fassen, so ist die Salicylsäure ein Typus, welcher seinen Wasserstoff gegen einfache Metalle austauscht und somit eine Reihe giebt, worin die Fundamenteigenschaften beibehalten sind. Unter dem Einfluss der Hitze gehen sie dasselbe Product, Phenylhydrat.

Setzt man an die Stelle des Wasserstoffes zusammengesetzte Radicale, wie Methyl, Aethyl u. s. w., so erhält man Producte derselben Ordnung, die sich aber unter Einfluss der Hitze zersetzen, indem sie Verbindungen geben, welche man vom Phenylhydrat abgeleitet betrachten kann, indem man ein Molecül Wasserstoff durch Methyl oder Aethyl ersetzt.

Substituirt man Ammonium für Wasserstoff, so erhält man analoge Verbindungen, welche sich aber anders in der Hitze verhalten; indem Sauerstoff derselben die Hälfte des Wasserstoffes an dem Ammonium bindet und als Wasser austritt, wobei Salicylsäure übrig bleibt, welches nicht mehr zum Typus des Phenyls gehört.

Substituirt man Chlor oder Brom für Wasserstoff in der Salicylsäure und den daraus abgeleiteten Körpern, so erhält man durch Hitze Producte, welche wiederum dem Typus Phenyl angehören.

Endlich liefert der Indigo, als ein durch seine Zusammensetzung dem Salicylwasserstoff und der Salicylsäure nahestehender Körper, diese letztere Säure bei Einwirkung von Kalihydrat in der Hitze.

Diesen Thatsachen schliessen sich noch einige andere an; so verhält sich die Anissäure, welche eine der Salicylsäure ähnliche Zusammensetzung hat, ganz analog, wie ich dieses nächstens zeigen werde.

## XI.

### Ueber einige neue Isatinverbindungen.

Von

**Laurent.**

(Revue scientif. Septbr. 1844.)

In einer früheren Abhandlung habe ich die rothen Verbindungen, welche das Isatin mit den Basen eingeht, Isatinsalze genannt. Ich bediente mich des isatinschwefligsauren Kali's, um das Silbersalz darzustellen, dessen Analyse mich veranlasste, die Isatinsalze als Verbindungen des Isatins mit den Metalloxyden Atom zu Atom zu betrachten.

Den Chlorisatinsalzen gab ich dieselbe Formel, wiewohl das Silbersalz mir eine Differenz von 1 bis 2 Proc. zwischen der Rechnung und dem Versuche gegeben hatte.

Ich war neugierig, die Ansicht Gerhardt's zu prüfen. Die Zusammensetzung meiner Isatinsalze widerstritt ihr, weil die Reaction zwischen 1 Atom der Säure und 1 Atom Wasser oder Metalloxyd stattfand.

Ich habe nun die Analyse dieser Salze wieder aufgenommen, aber ohne mich zur Darstellung derselben der isatinschwefligen Säure zu bedienen, weil ich fürchtete, dass die Gegenwart der schwefligen Säure Ursache von Verunreinigung sein möchte.

*Isatin - Silber.**(Isatite d'argent.)*

Zur Darstellung dieses Salzes löste ich Isatin in Weingeist und fügte eine ebenfalls weingeistige Lösung von salpetersaurem Silber hinzu, wodurch kein Niederschlag entstand. Hierauf setzte ich eine Lösung von Kali in Weingeist zu dem Gemenge und zwar weniger, als zur vollständigen Fällung des Silbers und des Isatins erfordert wurde. Der hierdurch entstandene gallertartige Niederschlag wurde, nachdem er auf einem Filter ausgewaschen und getrocknet war, zur Silberbestimmung verbrannt.

I. 0,500 gaben 0,212 Silber.

II. 0,500 gaben 0,211 Silber.

Substanz einer zweiten Darstellung gab aus:

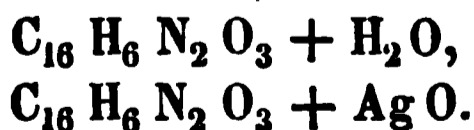
III. 0,500 der Verbindung 0,214 Silber.

Diese Zahlen entsprechen der folgenden Formel:

	Berechnet.	Gefunden.			
$C_{16} = 1200$					
$H_8 = 50$					
$N_2 = 175$					
$O_4 = 400$					
$Ag = 1351$	42,5	42,4	42,2	42,8	
	<u>3176.</u>				

Sie giebt die Zusammensetzung des Isatins — 1 Aeq. Wasserstoff + 1 Aeq. Silber. Man erhält dasselbe Salz, wenn man salpetersaures Silber in eine schwach ammoniakalische Lösung von Isatin in Weingeist giesst. Das auf diese Weise erhaltene Salz enthielt 42,2 Procent Silber.

Nimmt man bei den Säuren basisches Wasser an, so würde die Formel des Isatins und seiner Salze sein:



Die Verbindungen des Isatins aber mit Ammoniak, schwefliger Säure, Schwefelwasserstoff u. s. w. widerstreiten dieser Ansicht. Viel einfacher ist es, anzunehmen, dass das Isatin die Oxyde reducire, und so mit allen Säurehydraten.

*Isatinsilber-Ammonium.**(Isatid'argentammonium.)*

Man erhält dieses Salz, wenn man in eine frisch bereitete überschüssiges Ammoniak enthaltende Lösung von Isatin in Weingeist eine weingeistige, mit Ammoniak gesättigte Lösung salpetersaurem Silber giesst. Man erhält sogleich einen krystallinischen Niederschlag von der Farbe der Weinhefe. Nach Austrocknen besitzt er schwachen Perlmutterglanz. Unter Mikroskope sieht man zackige Plitter.

I. 0,500 des Salzes gaben bei der Verbrennung:

0,646 Kohlensäure,

0,120 Wasser.

II. 0,500 hinterliessen beim Glühen:

0,1985 Silber.

III. 0,500 liessen:

0,198 Silber.

IV. 1,000 Salz, mit Salzsäure behandelt, die Lösung filtrirt und abgedampft, der Rückstand mit Weingeist ausgezogen, Platinchlorid versetzt, gab einen Niederschlag von Platinsalz, welcher 0,360 Platinchlorid enthielt.

Diese Resultate geben folgende Formel:

Berechnet. Gefunden.

$C_{16} = 1200$  35,41 35,41

$H_{14} = 88$  2,60 2,66

$N_4 = 350$  10,32

$O_4 = 400$  11,81

$Ag = 1351$  39,86 39,70 u. 39,80

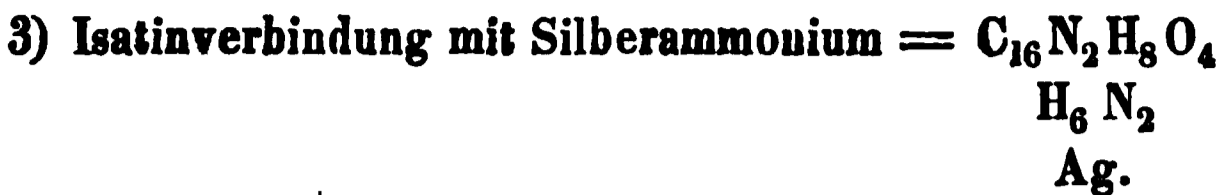
3389 100,00 100,00.

Nach der Formel  $C_{16}H_8AgO_4N_2 + H_6N_2$  müssten 100 Gewichtstheile Salz mit Platinchlorid einen Niederschlag, welcher 36,36 Platin entspräche; der Versuch gab 36,00. kann 3 Formeln annehmen:

1) Isatinsilber mit Ammoniak  $= C_{16}N_2H_8O_4 + H_6N_2$

2) Isatinsilber mit Ammonium  $= C_{16}N_2H_8O_4$

3) Isatinsilber mit Ammonium  $= C_{16}N_2H_8O_4$



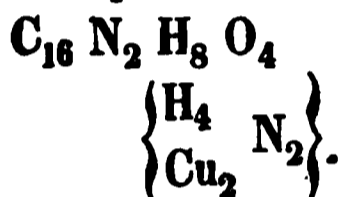
Ich nehme diesen letztern Ausdruck an nach den Gründen, die ich früher entwickelt habe.

*Isatin-Kupferammonium.*

(*Isatite de cuprammonium.*)

Giesst man Isatinammonium in die Salzlösungen des Bleies, Eisens und des Kobalts, so erhält man mit Isatin gemengte Niederschläge.

Giesst man Isatinammonium in die Lösung von essigsaurem Kupfer in Ammoniak, so erhält man einen hellbraunen Niederschlag, welcher 28,0 Proc. Kupfer enthält. Behandelt man mit Salzsäure und Platinchlorid, so erhält man einen Niederschlag. Die gefundene Menge des Kupfers stimmt gut mit der Formel:



Sie erfordert 28,08 Kupfer und stellt die Isatinverbindung dar mit Ammonium, worin 2 Aeq. Wasserstoff durch 2 Kupfer ersetzt sind.

*Chlorisatin-Silberammonium.*

(*Chlorisatite d'argentammonium.*)

Man stellt dieses Salz wie das vorhergehende dar, indem man alpetersaures Silberammonium in eine Lösung von Chlorisatin und Ammoniak in Weingeist giesst. Man erhält einen weinhefarbigen Niederschlag, der krystallinisch und unter dem Mikroskope als zackige Flitter erscheint. 0,500 hinterliessen 0,175 Silber beim Verbrennen.

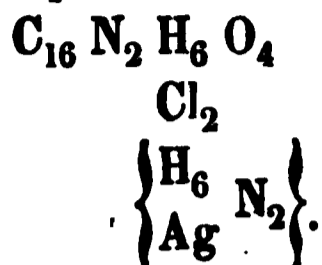
0,500, mit Salzsäure, Weingeist und Platinchlorid behandelt, geben einen Niederschlag, der 0,155 Platin enthielt.

Berechnet. Gefunden.

$C_{16}$	=	1200		
$H_{12}$	=	75		
$Cl_2$	=	442		
$N_2$	=	350		
$O_4$	=	400		
Ag	=	1350	35,30	35,00
		<hr/>		
		3817	100,00	100,00.

Berechnetes Platin = 32,  
 gefundenes — = 31.

Folgende Formel entspricht den Isatinverbindungen



Salpetersaures Silber und schwach ammoniakalisch isatin geben einen hefefarbigten Niederschlag, der nicht flockig, sondern gallertartig ist. Er enthält kein Silber, ist dem Isatinsilber durchaus ähnlich.

#### *Bichlorisatinverbindungen.*

Wirft man Bichlorisatin auf mit absolutem Weingeist feuchtetes kaustisches Kali und erwärmt es gelinde, so erhält man eine rothe Lösung, welche sich nach einigen Augenblicken in einen schwarz-violetten Brei, die Verbindung des Bichlors mit Kali, verwandelt. Sie giebt mit Silbersalzen einen schwarzen Niederschlag.

#### *Bibromisatinverbindungen.*

Das Kalisalz kann man in fester Form erhalten. Es erscheint in schwarzen Flittern, die im durchfallenden Licht nicht durchsichtig scheinen. Man erhält dasselbe, wenn man Bibromisatin in absolutem Weingeist schwach erwärmt und eine eben so starke Lösung von Kali in Weingeist dazu giesst. Es entsteht gleich ein krystallinischer Brei des Bibromisatin-Kaliums.

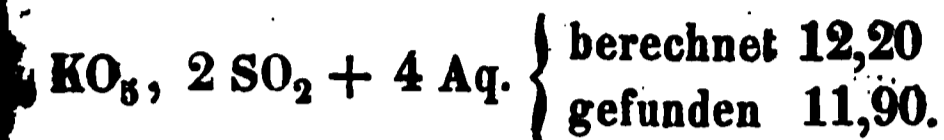
#### *Isatinschweflige Säure Verbindungen.*

Zum Studium dieser Verbindungen veranlasste Wöhler bei der Opiansäure aufgefundenen Verhältnisse.

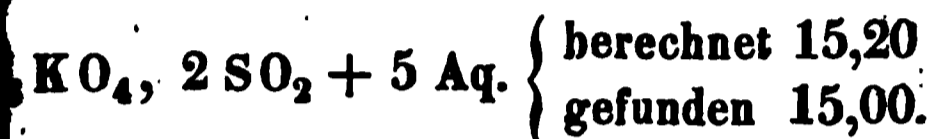
Nach meinen Untersuchungen der isatinschwefligen Säure kann die hypothetisch freie isatinschweflige Säure als Isatinsäure, worin 2 Atome Wasser durch 2 Atome Schwefelsäure vertreten sind. Nach der Ansicht Gerhardts kann man annehmen, dass das isatinschweflige Kali, welches ich erhalten habe, noch ein Atom Wasser enthalte. Um die Isatinsäure zu erhalten, trocknete ich bei einer Temperatur über 100° C.

10 krystallisirtes isatinschwefligsaures Kali gaben Verlust von 0,119. Bei weiter erhöhter Temperatur nicht lange constant. Bei bis zu anfangender Zersetzung Temperatur war der Totalverlust 0,150, hatte sich schon etwas gebräunt, und unter der Geruch der schwefligen Säure wahrnehmbar.

Wasserverlust entspricht der Formel:



und Totalverlust:



ist, wie man sieht, derselbe, welchen ich in Arbeit gefunden hatte.

Das Wasseratom ist demnach fester gebunden; es geht ohne anfangende Zersetzung des Salzes aus-

zur Kohlenstoffbestimmung angestellte Analyse mit einem Salze vorgenommen, welches Wasser enthielt; denn ich unterwarf sicherlich Analyse, welches durch Austrocknen bereits braun

man voraussetze, dass die Analyse mit folgendem  $K_2O_3, 2 SO_2$  gemacht sei, so hat man in 100

	Berechnet.	Gefunden.
C =	37,18	36,48
H =	1,93	2,00.

5 At. Wasser gab mir 21,4 schweflige Säure, erfordert 21,7.

meine Hypothese zur Gewissheit zu kommen, schweflige Säure von Neuem. Ich wandte das mit 5 At. Wasser an, löste es in sehr viel Wasser, zur Umwandlung derselben in Schwefelsäure,

0,784 schwefelsauren Baryt oder 21,56 Proc.

Die Summe meiner Analysen lässt für die Wahl der Formeln eine Ungewissheit unter den beiden folgenden.

Das trockene Salz ist entweder:

$C_{16}N_2H_{10}KO_5, 2SO_2$  oder  $C_{16}N_2H_8KO_4, 2SO_2$ .

Da ich nun annehmen kann, dass ich zur Analyse kein bräunlich gewordenes oder kein Salz, welches 15,00 Wasser verloren hatte, angewandt habe, so gebe ich, da ohnehin die Bestimmung der schwefligen Säure genauer ausfallen musste als die der übrigen Elemente, folgende Uebersicht für die isatinsauren Salze, indem ich die letztere Formel vorziehe:

Isatin	= $C_{16}N_2H_{10}O_4$ ,
Salze	= $C_{16}N_2H_8MO_4$ .
Isatinsäure	= $C_{16}N_2H_{10}O_4, 2H_2O$ ,
Salze	= $C_{16}N_2H_8MO_4, 2H_2O$ .
Isatinschweflige Säure	= $C_{16}N_2H_{10}O_4, 2SO_2$ ,
Salze	= $C_{16}N_2H_8MO_4, 2SO_2$ .

### *Imasatinsalze.*

(*Sels imasatinés.*)

In meiner Abhandlung über das Isatin habe ich den Weg, das Imasatin darzustellen, und einige seiner Eigenschaften angegeben. Ich werde Einiges über seine Reindarstellung und sein Atom hinzufügen.

Man kann es nämlich, gegen meine frühern Angaben, krystallisirt und mehr gelb als grau auf folgende Weise erhalten:

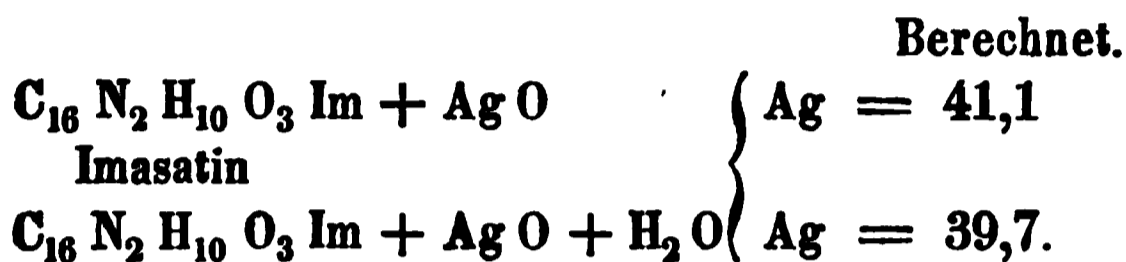
Man löst es in Kali, fügt Wasser hinzu und lässt sieden. Hierauf versetzt man mit Salmiak, wodurch man sogleich einen weissen gallertartigen, in Weingeist löslichen Niederschlag erhält. Lässt man den Niederschlag in der Flüssigkeit sieden, so wird er körnig, schwer und unlöslich in Weingeist. Man giesst daher die Flüssigkeit vom Niederschlage ab, übergiesst denselben mit Weingeist und erwärmt bis zur vollständigen Lösung. Beim Erkalten scheidet sich das Imasatin in kurzen Prismen krystallisirt aus, die nun in Weingeist fast unlöslich sind.

Eine Lösung von Imasatin in Kali gab mir mit salpetersaurem Silber einen Niederschlag, welcher 39 bis 40,5 Procent Silber enthielt.

Das Imasatin ist in dem Augenblicke, wo es aus der Kalilösung gefällt wird, in Ammoniak löslich. Getrocknet oder kry-

stallisirt, ist es darin unlöslich. Frisch gefälltes Imasatin in weingeistigem Ammoniak gelöst, mit salpetersaurem Silber versetzt, gab mir einen weisslichen Niederschlag, welcher mir einmal 28, ein anderes Mal 25,5 Proc. Silber gab. Derselbe mit Salzsäure, Weingeist und Platinchlorid behandelt, gab im Niederschlage 12 Proc. Platin.

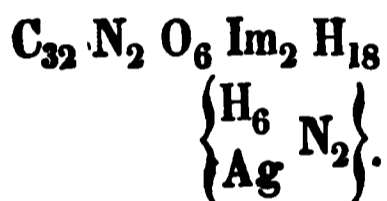
Die Zusammensetzung des ersten Niederschlages schwankt zwischen den beiden Formeln:



Die des zweiten Niederschlages dagegen lässt sich ausdrücken durch:



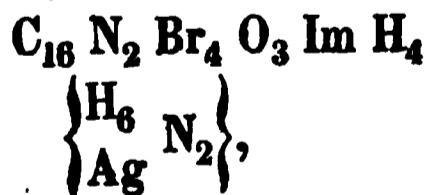
oder durch:



Aber die gefundene Silbermenge ist im Mittel zu gering.

#### *Bibromisatinsalze.*

Eine Lösung von Bibromisatin in Kali mit einer ammoniakalischen Lösung von salpetersaurem Silber behandelt, giebt einen Niederschlag, welcher Ammoniak und 24 Proc. Silber enthält. Hieraus könnte man folgende Formel ableiten:



welche das Bibromisatin darstellt — 1 Aeq. Wasserstoff + 1 Aeq. Silberammonium. Sie fordert 25 Proc. Silber.

Genauere Resultate konnte ich nicht erhalten.

#### *Isamsäure.*

(*Acide isamique. Ac. imasatique ou rubindénique.*)

Meine erste Darstellung dieser Säure war mit so grossen Schwierigkeiten verbunden, dass ich keine genügende Analyse und keine Atomgewichtsbestimmung vornehmen konnte.

Der folgende Vorgang, der sich zugleich auf eine sehr merkwürdige Reaction des Isatinsäure-Ammoniums stützt, liefert diese Säure leicht als einen der schönsten Körper, welchen die Chemie aufzuweisen hat.

Man löst eine gewogene Menge Isatin in Kali bis zur Sättigung. Man verdampft zur Trockne und zieht die Isatinverbindung mit Weingeist aus. Man bereitet ferner eine sehr concentrirte heisse Auflösung von schwefelsaurem Ammoniak, welche man mit voriger Flüssigkeit so mischt, dass auf 1 Atom Isatin mehr als 1 At. schwefelsaures Ammoniak kommt, und filtrirt von schwefelsauren Kali ab. Verdampft man nun bis zur Sirupsconsistenz das isatinsaure Ammoniak, so verwandelt sich dasselbe in isamsaures Ammoniak. Dieses sirupförmige Salz nimmt man in siedendem Weingeist auf, filtrirt, wenn es nöthig ist, von schwefelsauren Salzen oder Amasatin ab. Giesst man nun in diese heisse weingeistige Lösung Salzsäure, die indessen nicht überschüssig sein darf, so bleibt die Säure in Auflösung, scheidet sich aber beim Erkalten in prächtigen, dem Quecksilberjodid ähnlichen Flittern ab.

Würde man zu viel Salzsäure anwenden oder zu stark erhitzen, oder hätte man das isatinsaure Ammoniak nicht genug abgedampft, so könnte die niedergeschlagene Säure ein wenig Isatin beigemischt enthalten. Die Gegenwart desselben könnte man leicht entdecken, wenn man auf einen Theil der Säure sehr verdünntes Ammoniak giesst, welches die Säure mit Zurücklassung des Isatins auflösen würde.

Zur Bestimmung des Atomgewichtes dieser Säure verwarf ich die Anwendung des Silbersalzes und des Bleisalzes, weil ich keine übereinstimmenden Resultate durch dieselben erhielt. Ich habe darauf das Barytsalz angewandt, welches ich durch Sättigung der Säure mit Baryt und Abdampfen als ein gelbes Salz krystallisiert erhielt.

0,500 Salz hinterliessen beim Glühen:

0,135 kohlensauren Baryt, entsprechend

0,1044 Baryt.

Diese Zahlen geben als Atomgewicht die folgende Zahl:

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{32} = 2400$		
$H_{24} = 150$		
$N_6 = 525$		
$O_7 = 700$		
$BaO = 956$	20,2	20,8
<hr/>	<hr/>	<hr/>
4731	100,0	100,0.

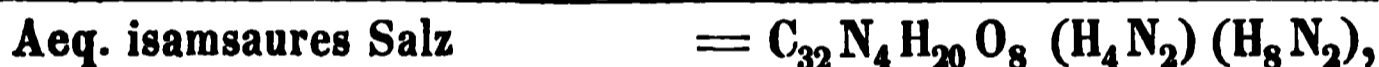
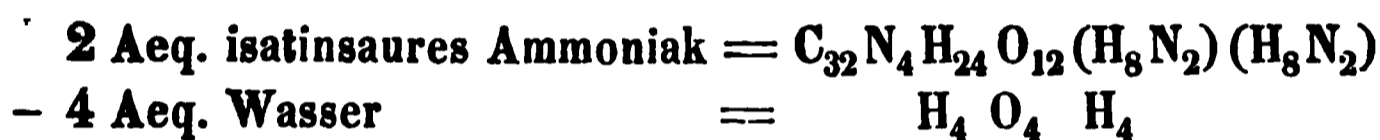
Der Ueberschuss an Baryt kann leicht durch einen Rückhalt an isatinsaurem herbeigeführt sein, indem das Isatin die doppelte Menge Baryt bindet.

Die Formel der Isamsäure ist deshalb:



und giebt die Elemente von 2 Aeq. Isatin + 1 Aeq. Ammoniak.

Diese Bildungsweise ist leicht zu erklären:



wonach also nach dem Zusammentreten von 2 Aequival. isatinsaurem Ammoniak sich 4 Aeq. Wasser ausscheiden.

Dieses Salz hat dieselbe Zusammensetzung wie das Isatinammonium.

Diese Säure krystallisirt in rhombischen oder sechsseitigen Tafeln, deren Winkel, unter dem Mikroskope gemessen, ungefähr  $110^\circ$  betragen.

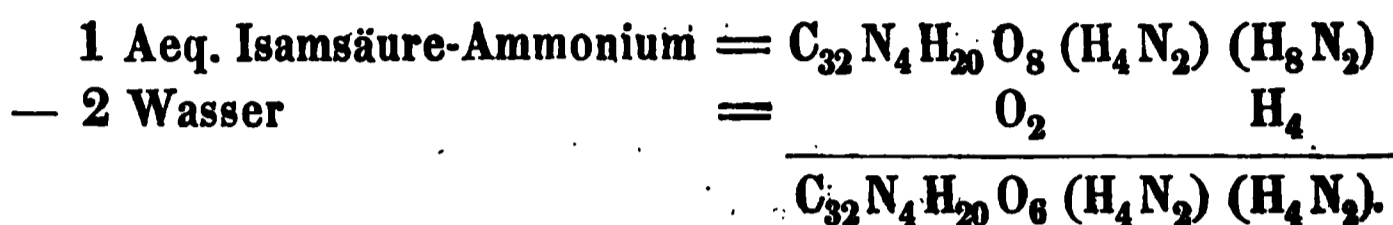
Beim Uebergiessen mit Salzsäure löst sie sich und nimmt eine schön violette Farbe an. Mit verdünnten Säuren gekocht, verwandelt sie sich in Isatin und Ammoniak. Dieses ist der Grund, weshalb man bei der Darstellung dieser Säure ihr Ammoniaksalz nicht durch einen Ueberschuss an Säure und bei zu hoher Temperatur zersetzen darf.

Das isamsaure Kali wird durch Siedehitze nicht zersetzt.

Das Ammoniaksalz kann man in kleinen Nadeln oder in mikroskopischen, sehr spitzen Rhomboëdern erhalten. Trocknet man dieses Salz zu stark, so verliert es 2 At. Wasser und verwandelt sich in Amasatin, welches die Amidverbindung der Isamsäure ist.

Nach diesem Vorgange kann man leicht diese Amidverbindung erhalten, während ich dieselbe bei meiner früheren Arbeit nur einmal erhielt, als ich flüssiges Ammoniak auf Isatin hatte einwirken und zufällig zu weit hatte eintrocknen lassen, was sich nun hiernach leicht erklärt.

Die Erklärung des Vorganges hierbei ist folgende:



Hiernach könnte man das Isamid betrachten als Isatin, worin 1 At. Sauerstoff ersetzt ist durch 1 At. Amid. Allein dieser Ausdruck ist nicht gut, weil das Isamid mehr Kohle enthält als das Isatin.

Beim ersten Anblick scheint das Isamid in Wasser und Weingeist unlöslich zu sein. Bei Siedehitze indessen löst und verwandelt es sich in Isamsäure-Ammonium. Ein kleiner Theil zersetzt sich dabei in Ammoniak und Isatin und nicht in Isamsäure, wie ich früher angegeben habe.

Concentrirte Salzsäure färbt sie violett, in der Kälte bildet sie verdünnte Isamsäure, in der Hitze Isatin.

### *Chlorisamsäure.*

*(Acide chlorisamique.)*

Versuche, diese Säure durch Einwirkung von Ammoniak auf Chlorisatin zu erhalten, blieben zweifelhaft. Leichter erhielt ich sie durch folgendes Verfahren, auf welches mich die Darstellung der Isamsäure führte.

Ich stellte chlorisatinsaures Ammoniak dar durch Wechselzersetzung von in Weingeist gelöstem chlorisatinsaurem Kali und schwefelsaurem Ammoniak, trennte von schwefelsaurem Kali durch Filtriren und dampfte bis zur Teigconsistenz ab. Wasser hinterliess mir beim Auflösen eine neue gelbe Substanz, welche ich weiter unten Chlorisamid genannt habe. Mit Hülfe dieser Amidverbindung habe ich die Säure dargestellt. Ich behandelte sie nämlich mit sehr verdünntem Kali, zersetzte diese Lösung mit nicht überschüssiger verdünnter Salzsäure. Ich erhielt sogleich einen flockigen ziegelrothen Niederschlag, welcher, auf einem

Filter gesammelt, durch Auswaschen lebhaft roth wurde. Hierauf löste ich ihn in heissem Weingeist und liess krystallisiren.

Diese Säure ist der Isamsäure durchaus ähnlich; sie ist lebhaft roth, krystallinisch, unter dem Mikroskope stellt sie sechseckige Plättchen dar, die von einem Rhombus abzuleiten sind, dessen Winkel  $110^{\circ}$  betragen. Sie ist in Weingeist und Aether mehr löslich als die Isamsäure. Die Lösungen ihrer Salze sind gelb. Durch Destillation zersetzt sie sich. Die concentrirten Säuren lösen sie und färben sich violett. Bei Siedehitze verwandelt sie sich in Chlorisatin und Ammoniak. Das Ammoniaksalz fällt die Silbersalze gelb.

Die Analyse der Säure gab:

0,300 gaben:

0,550 Kohlensäure,

0,080 Wasser.

Hieraus ergibt sich die Formel:

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{32} = 2400$	50,55	50,00
$H_{22} = 137$	2,90	2,96
$Cl_4 = 885$	18,65	
$N_6 = 525$	11,05	
$O_8 = 800$	16,85	
<hr/>	<hr/>	
4747	100,00.	

Diese Formel giebt 2 Aeq. Chlorisatin + 1 Aeq. Ammoniak, oder Isamsäure — 2 Aeq. Wasserstoff + 2 Aeq. Chlor.

#### *Chlorisamid.*

Diese Verbindung entsteht immer, wenn man die Lösung des chlorisatinsäuren oder chlorisamsäuren Ammoniaks verdampft; beides Salze, welche trocken nicht existiren, oder die man durch Einkochen nicht ohne Zersetzung erhalten kann.

Dieser Körper ist gelb und pulverförmig, unlöslich in heissem Wasser wie das Isamid, ziemlich löslich in Weingeist. Die concentrirten Säuren lösen ihn und färben sich violett. Die verdünnten Säuren verwandeln ihn in der Kälte in Chlorisamsäure, in der Hitze in Chlorisatin.

0,300, durch Hitze zersetzt, nachher mit salpetersaurem Silber behandelt, gaben 0,220 Chlorid.

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{32} = 2400$	50,70	
$H_{24} = 150$	3,15	
$N_8 = 700$	14,80	
$O_6 = 600$	12,65	
$Cl_4 = 885$	18,70	18,08
<hr/>	<hr/>	
4735	100,00.	

Weiter habe ich die Analyse nicht getrieben, indem die Analogie dieses Körpers mit dem Isamid keine andere Formel zulässt. Die aufgestellte giebt: 2 At. Chlorisatin, worin 2 At. Sauerstoff durch 2 At. Amid ersetzt sind, oder 2 chlorisatinsaures Ammoniak — 6 At. Wasser, oder endlich 1 At. chlorisamsaures Ammoniak — 2 At. Wasser.

### *Bichlorisamsäure und Bichlorisamid.*

*(Acide bichlorisamique et bichlorisamide.)*

Wenn man bichlorisatinsaures Kali, in Weingeist gelöst, mit schwefelsaurem Ammoniak behandelt und die Lösung verdampft, so erhält man ein gelbes Pulver, welches das Bichlorisamid ist. Es löst sich in siedendem Weingeist, verwandelt sich dabei aber in bichlorisamsaures Ammoniak; denn wenn man Wasser in diese Lösung giesst, so erhält man keinen Niederschlag. Salpetersaures Silber fällt diese Flüssigkeit gelb flockig; dieser Niederschlag durch concentrirte Salzsäure zersetzt, färbt sich stark violett und hinterlässt 26 Proc. des Salzes an Chlorsilber.

Die Rechnung erfordert:

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{32} = 2400$		
$H_{16} = 100$		
$Cl_6 = 1326$		
$N_6 = 525$		
$O_6 = 600$		
$Cl_2 Ag = 1792$	26,6	26,6
<hr/>	<hr/>	
6743.		

Das Bichlorisamid löst sich, mit concentrirten Säuren behandelt, indem es eine violette Farbe annimmt.

### *Indelibrom.*

Diese Verbindung entsteht unter lebhaftem Aufbrausen, wenn man Brom auf Isamsäure giesst; es entwickelt sich Hydrobromsäure und es bleibt ein Product, dem man den Ueberschuss von Brom durch Weingeist oder Aether entzieht; hierauf lässt man ihn mit Weingeist sieden und sammelt ihn auf einem Filter.

Es ist ein gelbes, in Wasser unlösliches Pulver, fast unlöslich in Weingeist und Aether, schmilzt bei sehr hoher Temperatur und krystallisirt beim Erkalten in Nadeln. In einem Rohr erhitzt, sublimirt es, zersetzt sich aber grösstentheils. Weingeistiges Ammoniak oder Kali haben keine Reaction auf diesen Körper, selbst nicht bei Siedehitze. Es ist die einzige Isatinverbindung, auf welche Kali keine Wirkung hat.

Die Analyse gab:

0,218 gaben:	0,278 gaben Stickstoff:
0,287 Kohlensäure,	20 Cb.C. bei 5° und 0,708 M. =
0,029 Wasser.	19 Cb.C. bei 0° und 0,760 M.,

welches in 100 Theilen beträgt:

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{32} = 2400$	35,50	35,15
$H_{16} = 100$	1,48	1,47
$N_6 = 530$	7,90	8,40
$O_8 = 800$	11,82	
$Br_8 = 2935$	43,30	
<hr/>	<hr/>	
6765	100,00.	

Diese Formel giebt die Zusammensetzung der Isamsäure — 10 At. Wasserstoff + 6 At. Brom. Eben so wie diese Substitution nicht äquivalent ist, so findet auch kein Zusammenhang statt zwischen dieser Säure und dem Indelibrom.

### *Wirkung von Ammoniak auf Isatin.*

Lässt man wasserfreies oder wässriges Ammoniak auf eine wässerige oder weingeistige Lösung von Isatin wirken, so erhält man eine Anzahl neuer Verbindungen, unter welchen die folgenden schon beschrieben sind:

Isatin-Ammonium,  
Imésatin,  
Imasatin,  
Isamsäure-Ammonium,  
Isamid,  
Isatinsäure-Ammonium.

Bei der Wiederaufnahme dieses Gegenstandes fand ich so grosse Schwierigkeiten, um die Körper zu trennen und rein darzustellen, dass es mir selbst kaum möglich war, zur Analyse genügende Quantitäten darzustellen. Ich übergehe daher die Beschreibung meines Verfahrens und gehe nur allgemein den Weg an, auf welchem Andere, die sich damit beschäftigen wollen, bessere Methoden und wahrscheinlich noch neue Körper finden mögen.

Man übergiesst Isatin mit so wenig Weingeist, dass dieser selbst bei Siedehitze zur Lösung ungenügend sein würde, erwärmt das Gefäss mit dem Gemenge und leitet wasserfreies Ammoniak hindurch, bis Alles gelöst ist.

Hieraus setzen sich später verschiedene gelbe, rothe, krystallinische, pulverförmige und harzartige Körper ab. Sowie sich nun der Reihe nach gleichartige Niederschläge gebildet haben, giesst man die Flüssigkeit ab, lässt sie weiter freiwillig verdunsten, trennt von Neuem von dem entstandenen Absatze u. s. fort. Die verschiedenen Absätze sind nur theilweise in Weingeist löslich; man wendet heissen Weingeist an, trennt vom Rückstande durch Filtriren und verdampft den Weingeist weiter u. s. w.

#### *Isatimid.*

Diesen Körper erhält man, wenn man mit absolutem oder gewöhnlichem Weingeist befeuchtetes Isatin einem Strome von wasserfreiem Ammoniak aussetzt. Wendet man absoluten Weingeist an, so ist die erste Verbindung, welche krystallisirt, Imésatin. Man erkennt sie leicht aus der Krystallform, Prismen mit quadratischer oder rectangulärer Basis. Die abgegossene Flüssigkeit lässt noch das Isatimid als glänzendes Krystallpulver absetzen.

Wendet man gewöhnlichen Weingeist an, so setzt sich das Isatimid zuerst ab. Es ist häufig mit einer rothbraunen Materie

amorphen Körnern von Imasatin gemengt. Zur Reinigung davon behandelt man mit heissem Weingeist, dem man eine grosse Menge Ammoniak beigemischt hat. Das Isatimid löst sich, während das Imasatin zurückbleibt und die rothen Körner zerstört werden, indem sie sich wahrscheinlich in Imasatin umwandeln. Man giesst die Lösung ab oder filtrirt sie; sie giebt bei langsamem Abdampfen Krystalle von Isatimid. Dieser Körper ist weiss und krystallisirt in mikroskopischen, vierseitigen schiefen Tafeln. Er ist in Wasser unlöslich. Siedender Weingeist und Aether lösen kaum etwas, ammoniakalischer Weingeist löst ihn vollständig.

Kali löst das Isatimid unter gelber Färbung und Ammoniakentwicklung. Bei Neutralisation dieser Lösung durch Salzsäure erhält man einen gelben voluminösen, in Weingeist löslichen Niederschlag, welcher sich aus dieser Lösung beim Verdampfen als Isatin und ein in runden Krystallen sich ausscheidender Körper setzt.

Salzsäure, mit Weingeist vermischt, löst es bei Siedehitze; die Flüssigkeit giebt mit Platinchlorid einen Niederschlag von Platin-Amiak; die darüber stehende Flüssigkeit enthält Isatin, eine Harzsaure und eine harzartige Materie.

Beim Schmelzen wird es zersetzt. Die Analyse gab:

I. 0,300 gaben:

0,720 Kohlensäure,  
0,110 Wasser.

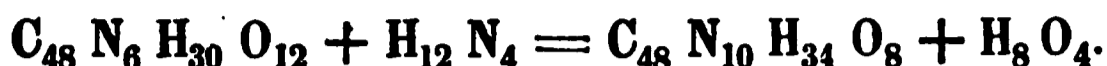
II. 0,300 gaben:

0,722 Kohlensäure,  
0,112 Wasser.

III. 0,250 gaben 35 Cb.C. Stickstoff bei 0,776 M. und 11°, welches in 100 Theilen beträgt:

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{48} = 3600,0$	65,61	65,6
$H_{34} = 212,5$	3,87	4,1
$N_{10} = 875,0$	16,06	16,1
$O_8 = 800,0$	14,46	14,2
<hr/>	<hr/>	<hr/>
5487,5	100,00	100,0.

Diese Verbindung kann man betrachten als 3 Atome Isatin — 4 At. Sauerstoff + 4 At. Imid, und die folgende Gleichung stellt ihre Bildungsweise dar:



Mit Salzsäure, Weingeist und Platinchlorid behandelt, erhält man einen Niederschlag von Platinsalmiak, welcher den vierten Theil von dem des angewandten Ammoniaks beträgt.

### *Isatylim.*

Lässt man die Flüssigkeit, aus welcher sich das Isatimid abgesetzt hat, noch weiter verdampfen, so setzt sich häufig noch eine Quantität desselben ab, gemengt mit einer grösseren Portion jener rothbraunen Körner und Imésatin. Es gelang mir nicht, diese Körner rein darzustellen. Nach dem Abgiessen der Flüssigkeit und sehr langsamem Verdampfen im Sandbade tritt ein Moment ein, wo sich die Flüssigkeit mit einer gelben flockigen, sehr leichten Materie erfüllt. Man unterbricht das Abdampfen, filtrirt und wäscht den Niederschlag mit wenig Weingeist und löst ihn von Neuem in derselben zum Sieden erhitzten Flüssigkeit, aus welcher er sich beim Erkalten ausscheidet. Er erscheint so als gelbe Flocken nicht krystallinisch.

Dieser Körper unterscheidet sich vom Isamid, welches sich mitunter bei zu weitem Abdampfen bildet, auf folgende Weise:

Concentrirte Salzsäure färbt ihn nicht violett; fügt man hierzu ein wenig Weingeist, so löst er sich; beim Verdampfen der gelben Lösung setzt sich kein Isatin ab.

Kali löst ihn leicht, beim Zusatz einer Säure setzt sich eine gelbliche flockige Materie ohne Isatin ab. Mit Silberlösung erhält man aus der weingeistigen Lösung einen gelbrothen, sehr blassen Niederschlag.

Die Analyse gab:

0,230 gaben:  
0,551 Kohlensäure,  
0,078 Wasser.

0,200 gaben 25,5 Cb.C. Stickstoff bei 0,754 M. und 21°.

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{48} = 3600$	65,55	65,33
$H_{32} = 200$	3,64	3,76
$N_8 = 700$	12,71	13,00
$O_{10} = 1000$	18,10	17,91
<hr/> 5500	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00.

Diese Formel giebt 3 At. Isatin an, worin 2 At. Sauerstoff durch 2 At. Imid vertreten sind.



### *Amisatim.*

Statt die alkoholische Mutterlauge nach der Trennung von der vorigen Verbindung weiter einzudampfen, habe ich sie mit diesem Wasser vermischt, welches einen reichlichen, weissen zerstückelten Niederschlag hervorbrachte. Die Lösung filtrirt und abgedampft, gab einen orangerothern krystallinischen Absatz. Um diesen rein zu erhalten, liess ich ihn mit Weingeist, welchem eine geringe Menge Kali zugefügt war, sieden. Die so erhaltene Lösung habe ich in der Wärme mit ein wenig Salzsäure gesättigt und hierauf beim Erkalten feine, kurze Krystalle von Amisatim erhalten, die mit Weingeist gewaschen wurden. Die Krystalle sind in Wasser völlig und in Weingeist fast unlöslich.

Bei der so eben angegebenen Reinigungsmethode erhielt ich indessen bei einer zweiten Darstellung nur gelbe Flocken, als ich das Kali mit Säure sättigte.

Vermuthlich hatte ich die Flüssigkeit in diesem Falle zu lange sieden lassen, während ich sie im ersteren nur kurze Zeit und das Kali in sehr geringer Menge einwirken liess.

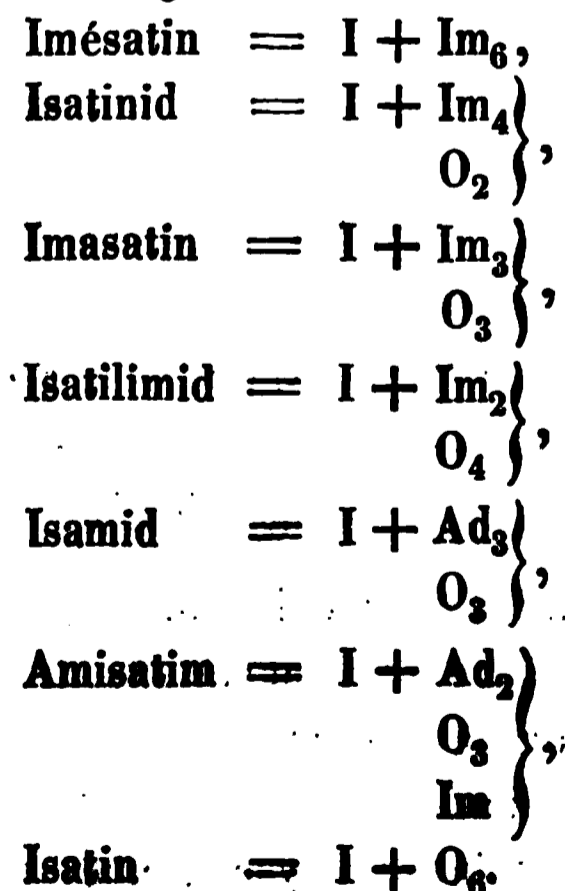
Ich erhielt überhaupt zu wenig von dieser Substanz, um die Eigenschaften dieser Säure genauer untersuchen zu können. Sie krystallisirt zwar in orangerothern Nadeln, aber man kann sie, weil sie mikroskopisch und in Weingeist unlöslich sind, nicht mit Isatin verwechseln. Meine Analyse genügt nicht, indessen ist folgende Formel die einzige, die mit ihr und der Darstellung in Einklang zu bringen ist.

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{48} =$	63,12	62,60
$H_{39} =$	4,26	4,05
$N_{11} =$	16,80	16,80
$O_9 =$	15,82	16,55
	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00.

Sie stellt 3 At. Isatin dar, worin 3 At. Sauerstoff vertreten sind durch 2 At. Amid und 1 At. Imid. Setzt man das Abdampfen der Flüssigkeit, woraus sich die vorige Verbindung ausgeschieden hat, noch weiter fort, so erhält man noch gelbe Stoffe und isamsaures Ammoniak nebst Isamid.

Vergleicht man die Methoden der Darstellung sämtlicher Verbindungen mit ihren Eigenschaften, so sieht man leicht, dass sie nicht direct durch Einwirkung von Ammoniak auf Isatin entstehen; denn grösstentheils sind sie in Weingeist unlöslich. Es musste anfangs ein sehr leicht in Weingeist löslicher Körper entstehen, welcher durch Abdampfen oder Siedehitze allmählig in diese verschiedenen Producte übergeführt wurde.

Man könnte vermuthen, dass es das Imésatin sei, welches, sein Imid allmählig gegen Sauerstoff austauschend, diese Producte bedinge; aber ich habe weiter keine Thatsache für diese Hypothese. Nehmen wir 3 At. Isatin und stellen wir sie dar durch  $I + O_6$ , so haben wir folgende Reihe:



Man kann das Imésatin stets sicher und leicht darstellen, wenn man einen Strom Ammoniakgas in Aether leitet, welcher

gepulvertes Isatin suspendirt enthält und welchen man anfänglich ein wenig erwärmt. Beim Verdampfen setzen sich Krystalle von Imésatin ab.

*B i b r o m c a r m i n d i n.*

(*Carmindine bibromée.*)

Mit diesem Namen bezeichne ich eine bromhaltige Isatinverbindung, die schönste der ganzen Reihe. Man kann sie zwar leicht, aber nicht mit völliger Sicherheit in Menge gewinnen. Meistens gelingt sie auf folgende Weise:

Man giesst in einen Kolben Bibromisatin, Weingeist und ein wenig Ammoniak; man erwärmt das Ganze sehr gelinde auf einem Sandbade.

Das Bibromisatin löst sich bald und nach 10—15 Minuten wird die gelbe Lösung nach und nach rosenroth. Zu derselben Zeit setzt sich meistens Bibrom-Imasatin (*Bromimasatinèse*) ab. Sobald die rosenrothe Farbe sehr intensiv geworden ist, giesst man ab oder filtrirt, verdünnt hierauf das Filtrat mit Wasser, wodurch sich ein carminrother Niederschlag bildet, welchen man auf ein Filter bringt.

Man könnte, um das langwierige Filtriren zu umgehen, das Ammoniak mit einer Säure sättigen, es würde sich ein rosenrother Niederschlag bilden, den man schnell abfiltriren könnte, welcher indessen einen anderen gelben Körper beigemengt enthalten würde, den man aber ohne Zweifel leicht mittelst Aether trennen könnte.

Da der rosenfarbene Niederschlag in Weingeist löslich ist, so habe ich alle Producte verschiedener Darstellungen zusammen mit Weingeist ausgekocht. Es scheint indessen leider, dass dieser Körper in siedendem Weingeist sich zersetzt und sich allmählig in Bibrom-Imésatin umsetzt. So verlor ich wenigstens die Producte wiederholter Darstellungen.

Eine geringe Menge reinigte ich durch Auflösen in Aether und Filtriren, das Filtrat liess ich in ein Gemenge von Weingeist und Wasser fallen. Der Aether hinterliess nach dem Verdampfen einen Absatz der neuen Verbindung in der Form eines dunkel rosenrothen Niederschlages, dem schönsten Carmin ähnlich. Ich nenne ihn *Carmindine bibromée*.

Dieser Körper ist sehr löslich in Aether, weit weniger in Weingeist. Diese Lösungen sind rosenroth.

Er ist unlöslich in Kali und Ammoniak, indessen scheint er bei ihrer Gegenwart leichter in Weingeist löslich zu sein.

Erhitzt man ihn mit einer concentrirten Kalilösung, so begiebt er sich geschmolzen an die Oberfläche, ohne sich zu verändern.

Mit einer weingeistigen Kalilösung erhitzt, wird die Lösung bald gelb. Säuren geben nur einen gelben, in Aether löslichen Niederschlag. Es ist schwer, aus folgender Analyse eine Formel zu bilden, die der Darstellung entspricht.

Kohlenstoff	32,10
Wasserstoff	1,65
Stickstoff	8,20.

Folgende Formel erforderte weniger Wasserstoff:

$C_{32} =$	31,9
$H_{15} =$	1,24
$N_7 =$	8,10
$O_5$	
$Br_8$	

Sie würde 2 Aequival. Bibromisatin darstellen, worin 3 Aeq. Sauerstoff durch 3 Aeq. Imid vertreten sind. Das Ammoniak durch Wasser vertreten, könnte sie Bibromimasatin geben.

Man *kann* das Carmindin noch erhalten, wenn man bibromisatinsaures Ammoniak sehr stark trocknet. Indem man den Rückstand in Aether aufnimmt, löst sich das Carmindin.

## XII.

### Ueber die Milchsäure.

Von

**J. Pelouse.**

(*Annal. de Chim. et de Phys.* 3. Série. Mars 1845. Tom. XIII.)

Die vorliegende Arbeit möge als Fortsetzung derjenigen, welche Gay-Lussac und ich 1833 unternommen haben, betrachtet werden. Die Kenntniss dieser Säure ist seit jener

Zeit allerdings durch eine Menge von Beobachtungen bereichert, aber alle Arbeiten waren vorzugsweise auf ihren natürlichen Zustand und auf die Art, sie künstlich hervorzubringen, gerichtet. Das Studium ihrer chemischen Eigenschaften war dagegen bisher vernachlässigt, und Alles, was wir darüber wissen, kann unseren Kenntnissen über viele andere und bei weitem nicht so wichtige organische Körper nicht an die Seite gestellt werden. Sie ist eine der verbreitetsten Substanzen in der Thier- und Pflanzenwelt und scheint hier oft eine wichtige Rolle zu spielen; sie existirt natürlich in der Milch und bildet sich beim Sauerwerden derselben, und die Herren Bernard und Barreswill haben vor Kurzem ihre Existenz im Magensaft nachgewiesen.

Es geht ferner aus einigen noch nicht bekannt gemachten Beobachtungen von Hrn. Goble y hervor, dass sie sich im freien Zustande im Eigelb befindet.

Man trifft sie in allen Pflanzensäften an, deren Gährung nicht recht vor sich gegangen ist, in den verdorbenen und gegohrenen Mehrlarten aller Cerealien, der abgesetzten Lohbrühe, im Sauerwasser der Stärkefabricanten u. s. w. Sie bildet sich in reichlicher Menge, wenn irgend eine Art von Zucker bei einer Temperatur von 20—30° mit einem kohlensauren Alkali oder einer kohlensauren Erde und Ferment, besonders wenn sie mit Käsestoff in Berührung kommt.

Die Buttersäure-Gährung, welche der Milchsäure-Gährung der Zuckerarten, des Gummi's und der Stärke unmittelbar folgt, hat das Interesse für die Milchsäure unter dem doppelten Gesichtspuncte der Chemie und der Physiologie noch erhöht.

Die Milchsäure ist eine farblose Flüssigkeit, in allen Verhältnissen in Wasser und Weingeist löslich, von rein saurem und kaum erträglich starkem und beissendem Geschmack. Ihre Zusammensetzung, welche sehr einfach ist, wurde zu derselben Zeit, einerseits von Mitscherlich und Liebig, andererseits von Gay-Lussac und mir ausgemittelt. Ihre Formel ist:  $C_6H_8O_6 = C_6H_5O_5 + HO$ , und drückt eine Säure mit 1 Atom basischem Wasser aus, wobei  $C = 75$ ,  $H = 12,5$  und  $O = 100$  gesetzt sind.

Die Einwirkung der Wärme auf die Milchsäure ist sehr merkwürdig.

Bei einer Temperatur in der Nähe von  $130^{\circ}$ , die man aber auch ohne Nachtheil noch erhöhen kann, lässt sie eine Flüssigkeit überdestilliren, welche nichts als Wasser mit ein wenig Milchsäure ist. Wenn sich späterhin kein Wasser mehr entwickelt, so ist die Operation beendigt, der Rückstand nimmt eine Art gelblicher Farbe an; sie ist fest geworden, leicht schmelzbar und sehr bitter, in Wasser fast unlöslich, sehr löslich dagegen in Weingeist und Aether. Schliesslich entwickelt sich dann auch keine Spur mehr von irgend einem Gase und die ganze Reaction besteht einfacher Weise in dem Wasserverlust der Säure.

Die Zusammensetzung und die Eigenschaften des festen Rückstandes lassen keinen Zweifel über die Natur dieser Säure übrig. Sie ist in diesem Zustande die wasserfreie Säure, so wie sie in den Salzen existirt. Sie besteht in der That aus 6 At. Kohlenstoff, 5 At. Wasserstoff und 5 At. Sauerstoff. Nach längerem Kochen mit Wasser oder sehr langer Berührung mit kaltem Wasser oder feuchter Luft verwandelt sie sich wiederum in gewöhnliche Säure. Diese Umsetzung ist beim Einfluss löslicher Basen so zu sagen momentan und meine Untersuchungen über diese Verhältnisse sind sehr zahlreich. Kalkmilch giebt mit dieser unlöslichen Milchsäure das gewöhnliche Salz mit seinen 6 At. Wasser. Ich habe damit die Sättigungscapacität und die Säure mit 1 At. Hydratwasser erhalten. Man muss daher die Milchsäure derjenigen beschränkten Gruppe von Säuren hinzuzählen, welche durch Hitze ihr basisches Wasser verlieren.

Schon vor 12 Jahren habe ich diese Eigenthümlichkeit bei der Maleïnsäure und Paramaleïnsäure angegeben, und später habe ich sie mit Liebig bei der Oenanthsäure gefunden.

Die Wasserentziehung bei der Milchsäure erfolgt unter allen Umständen viel langsamer als bei den übrigen Säuren, und gewiss aus diesem Grunde war sie uns bisher entgangen.

Ich füge hinzu, dass diese Erscheinung bei einer solchen Temperatur eintritt, die wir, ohne Anstand zu nehmen, bei den meisten organischen Stoffen anwenden, um sie zu trocknen, und es lehrt diese Beobachtung, mit wie viel Umsicht man in dieser Art von Untersuchungen zu Werke gehen müsse.

Die wasserfreie Milchsäure, einem trocknen Strome von Ammoniakgas ausgesetzt, absorbirt davon 1 Atom und bildet eine eigenthümliche Verbindung:  $C_6 H_6 O_5, H_3 N$ , in welcher das Am-

oniak keineswegs die Eigenschaften, wodurch wir dasselbe gewöhnlich mit Reagentien erkennen, verloren hat.

Ich habe dann auch gefunden, dass die Oenanthsäure im wasserfreien Zustande ebenfalls eine Verbindung derselben Art eingeht, eine Verbindung, welche man indessen vielleicht den Aminen einverleiben kann.

Die Milchsäure, oder vielmehr die wasserfreie Säure, über welche ich reden werde, widersteht der Einwirkung der Wärme bis zu 150°. Bei dieser Grenze aber fangen jene Gase, welche bis dahin sich nicht zeigen, an, sich zu entbinden.

Sie bestehen aus Kohlenoxydgas, gemengt mit höchstens 5 Proc. seines Volumens an Kohlensäure. Diese nimmt dann immer mehr zu und macht gegen Ende der Operation ungefähr die Hälfte des Kohlenoxydgases aus. Endlich scheint es, dass sich dabei durchaus kein Kohlenwasserstoff entwickelt.

Zu derselben Zeit entwickeln sich mit dem Gase mehrere flüchtige Verbindungen und fangen an, sich in der Vorlage zu verdichten. Ich nenne zuerst jene schöne krystallisirbare Substanz, welche Gay-Lussac und ich früher unter dem Namen der wasserfreien Milchsäure beschrieben haben, ein Name, welcher nicht mehr passend ist und welchen ich für die vorhin bezeichnete Säure vorschlage, wiewohl diese Substanz in der That dieselbe Zusammensetzung als die in den milchsauren Salzen existirende organische Materie hat, wenn sie vollständig ausgetrocknet sind. Diese Materie, welche ich in Zukunft *Lactid* nennen werde (diese Benennung ist bereits von Gerhardt vorgeschlagen), hat schon eine wichtige Rolle bei den Verhandlungen über die Constitution der organischen Säuren gespielt; so wie sie ohnehin ohne alle Analogie in der Chemie dasteht und in vieler Hinsicht merkwürdig ist, habe ich um so mehr unsere früheren Untersuchungen geprüft und die Umsetzung derselben in gewöhnliche Milchsäure zu bestätigen gesucht. Ich habe die Richtigkeit unserer früheren Versuche bestätigt gefunden. Die Formel des Lactids ist  $\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_4$  oder Milchsäure weniger 2 At. Wasser. Diese Zusammensetzung lässt ihre Entstehung durch trockene Destillation, so wie ihren Zurückgang in Milchsäure wiederum bei Gegenwart von Basen im Hydratzustande leicht einsehen.

Es existiren demnach zwei neutrale Verbindungen,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_5$  und  $\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_4$ , die keine Milchsäure mehr sind, die aber daraus

durch den Verlust von 1 oder 2 Aequivalenten Wasser ihren Ursprung nehmen, wenn man diese Säure destillirt, und die in Stande sind, sich direct oder indirect zu regeneriren, indem sie diese Wassermengen wieder aufnehmen.

Das Säurehydrat, welches auf solche Weise durch Einwirkung von Wasser oder feuchter Luft entsteht, ist klar, ganz farblos und völlig rein.

Diese eigenthümliche Zusammensetzung des Lactids liess mich im voraus sehen, dass sie, wenn Ammoniakgas darauf einwirke, sehr wohl zu der Entstehung eines Körpers aus der Amidreihe Veranlassung geben könne, denn diese sind ja im analytischen Sinne nichts als wasserfreie Ammoniaksalze nach Abzug eines Atoms Wasser. Das Resultat entsprach meiner Erwartung.

Setzt man den Körper  $C_6H_4O_4$  der Einwirkung von Ammoniak aus, so sieht man, wie derselbe allmählig flüssig wird, und man bemerkt Wärme-Entwicklung. Es entsteht eine neue Substanz, deren Zusammensetzung durch Analyse und Synthese festgestellt wurde.

Das *Lactamid*, wie ich diesen Körper nenne, ist gebildet aus 1 Aeq. Lactid,  $C_6H_4O_4$ , und 1 Aeq. Ammoniak; aber das Ammoniak ist darin im latenten Zustande wie in den übrigen Amidverbindungen. Die wässerigen Säuren und Alkalien entwickeln es daraus nur in der Wärme und sehr langsam; es löst sich in Wasser ohne Veränderung auf, und nur bei einem Drucke, welcher einer Temperatur über  $100^\circ$  entspricht, verwandelt sich das Lactamid in milchsaures Ammoniak. Kalkmilch zersetzt dasselbe, entwickelt daraus allmählig Ammoniak, und Oxalsäure macht aus diesem Kalksalze gewöhnliche Milchsäure frei.

Das Lactamid scheint sich weder mit Basen noch mit Säuren verbinden zu können und wirkt nicht auf Reagenzpapiere. Weingeist löst dasselbe in beträchtlicher Menge und lässt es beim Concentriren oder Erkalten in Form vollkommen weisser und durchsichtiger gerader rectangulärer Prismen anschliessen.

Unabhängig von dem Lactamid entsteht neben demselben unter den Zersetzungsproducten bei der Destillation der Milchsäure noch ein Product, welches ich *Lacton* nennen möchte, weil dasselbe sich zur Milchsäure gerade so verhält als das Aceton zur Essigsäure.

Man erhält es rein, wenn man die Destillationsproducte der Milchsäure einer gelinden Wärmeeinwirkung unterwirft. Sobald dieselbe  $130^{\circ}$  erreicht hat, unterbricht man die Destillation, das flüssige Destillat wäscht man mit geringen Wassermengen; ein Theil löst sich in diesem Wasser, ein anderer schwimmt auf der Oberfläche; dieses nimmt man ab und bringt es mehrere Tage lang mit Chlorcalcium in Berührung. Zuletzt destillirt man es noch einmal.

Das Lacton, welches so entstanden ist, befindet sich im Zustande des Hydrats und hat die Formel:  $C_{10}H_8O_4, HO$ . Diese hat nichts Auffallendes, denn das Product bildet sich gleichzeitig mit viel Wasser. Dieses hat eine solche Affinität zu demselben, dass man es mehrere Male über Chlorcalcium rectificiren kann, ohne dass es völlig trocken dadurch wird. Um es aber wasserfrei zu bekommen, muss man es mehrere Tage lang mit Chlorcalcium in Berührung lassen.

Das wasserfreie Lacton ist eine farblose oder wenig gelbliche Flüssigkeit und färbt sich an der Luft nach und nach dunkler. Es hat einen brennenden Geschmack und einen eigenthümlichen aromatischen Geruch. Es ist leichter als Wasser und löst sich darin in sehr merklicher Menge. Es brennt leicht mit blassblauer und nicht russender Flamme und siedet bei etwa  $92^{\circ}$ .

Das wasserfreie Lacton hat die Formel  $C_{10}H_8O_4$ , welche 2 At. Milchsäure darstellt, wovon man 2 At. Kohlensäure und 2 At. Wasser hinweggenommen hat ( $C_{12}H_{10}O_{10} = C_{10}H_8O_4 + 2CO_2 + 2HO$ ), oder 2 At. Lactid, welches 2 At. Kohlensäure verloren hat ( $2C_8H_4O_4 = C_{12}H_8O_8$ ).

Seine Bildung während der Destillation der freien Milchsäure hat nichts Merkwürdiges weiter; schon vor langer Zeit haben Liebig und ich dargethan, dass die Essigsäure durch alleinige Einwirkung der Hitze grosse Mengen von Aceton giebt; dieses ist um so mehr eine Annäherung zwischen Lacton und Aceton.

Unter den flüchtigen oder gasförmigen Destillationsproducten der Milchsäure habe ich schon Kohlenoxydgas, Kohlensäure, Wasser, eine geringe Menge gewöhnlicher Milchsäure und Lacton angegeben. Ich füge hinzu, dass sich ausserdem noch ein wenig Aceton und ein riechendes, in Wasser unlösliches Fluidum bilden, dessen Natur ich noch nicht kenne. Die Destillate beginnen bei  $250^{\circ}$ , werden erst bei  $300^{\circ}$  vollständig; bei dieser Grenze

bleibt nur eine sehr schwer verbrennliche Kohle im Destillirgefässe, deren Gewicht ungefähr  $\frac{1}{20}$  der angewandten Säure beträgt.

Bei einem Versuche, welcher 8 Stunden lang dauerte, gaben 80 Grm. der wasserhaltigen Milchsäure  $C_6 H_6 O_6$ , bei einer Temperatur zwischen 250 und 300° destillirt, 48 Grm. flüssiger Verbindungen \*), ferner 5,5 Kohle und 26,5 an Gasen, unter denen das Kohlenoxyd den grössten Theil ausmacht.

Ein besonderer Umstand, welcher vielleicht verdient, erwähnt zu werden, liess mich eine sehr interessante Eigenschaft der Milchsäure entdecken. Eine gewisse Menge dieser Säure hatte ich aus milchsaurem Kalk gewonnen, welcher durch Gährung der Glycose bei Gegenwart von Casein und Kreide dargestellt war. Sie zersetzte sich bei einer niedrigeren Temperatur als die auf andere Weise, z. B. die aus Milchzucker dargestellte Säure und gab zu meinem nicht geringen Erstaunen Kohlenoxydgas, welches ganz frei von Kohlensäure war, denn Kalkwasser wurde dadurch auch nicht im mindesten getrübt, und erst nachdem sich ganz beträchtliche Mengen dieses Gases entwickelt hatten, zeigte sich auch ein wenig Kohlensäure.

Ich glaubte lange Zeit an die Existenz zweier verschiedener Milchsäuren, bis ich endlich fand, dass diese Verschiedenheit der Producte bei der Wärmeeinwirkung von einer geringen Beimengung von Schwefelsäure abzuleiten sei, welche sich in der angewandten Säure befand.

Diese Probe war nämlich mit einem geringen Ueberschuss an Schwefelsäure aus dem Kalksalze abgeschieden und nach dem Abdampfen mit Weingeist vom schwefelsauren Kalk getrennt.

Nachdem ich diesen Umstand einmal ausgemittelt hatte, konnte ich das Kohlenoxydgas constant mit jeder Milchsäure

---

\*) Diese flüssigen Producte setzen beim Erkalten veränderliche Mengen von Lactid ab. Wenn dieses mit den Destillationsproducten der Milchsäure gemengt ist, so scheint es viel schneller als im reinen Zustande sich an feuchter Luft zu säuren. Nach Verlauf einiger Tage lösen sich die destillirten Flüssigkeiten fast vollständig, wenn man sie mit Wasser behandelt, und nur eine geringe Menge fester Materie, die beinahe nur wasserfreie Milchsäure ist, schlägt sich nieder. Die filtrirte Flüssigkeit enthält nun so zu sagen weiter nichts als gewöhnliche Milchsäure.

Die Aufnahme von Wasser beim Lactid ist viel leichter als bei der wasserfreien Milchsäure, daher bildet sich auch nur eine geringe Menge dieser letzteren.

n milchsauren Salzen von beliebiger Darstellung hervor-  
1.

ermischt man Milchsäure oder ein milchsaures Salz, z. B. saures Eisen, mit seinem 5 — 6fachen Gewichte concentrirter Schwefelsäure und setzt man dieses Gemenge einer gelinden Wärme aus, so tritt ein sehr lebhaftes Aufbrausen ein, welches in der Entwicklung von Kohlenoxydgas besteht. Das Gemenge wird sehr braun, und wenn man dasselbe, nachdem das Gas aufgehört, sich zu entwickeln, mit Wasser behandelt, so setzt es sich eine schwarze Materie ab, welche dem Aeusseren nach eine Amalgamirung zu sein scheint.

Diese Reaction ist so nett und leicht, dass ich sie als eine der besten Methoden, Kohlenoxydgas darzustellen, empfehlen kann. Sechs Grammen krystallisirtes milchsaures Eisen, welches 75 des Säurehydrats enthalten, geben nahezu 1 Litre Kohlenoxydgas. Dieses Quantum stellt fast den dritten Theil des Gewichtes der Milchsäure selbst dar. Die schwarze Materie macht das zweite Drittel aus, und so wie ich, ohne es bestimmen zu wollen, vermuthe, ist Wasser der dritte Theil der hervorgerufenen Producte.

Um zu entscheiden zu können, ob dieses Kohlenoxydgas durch die Zersetzung von Ameisensäure durch Schwefelsäure entstanden ist, welche sich während der Zersetzung der Milchsäure gebildet hätte, liess ich die Schwefelsäure so verdünnt einwirken, dass die Ameisensäure nicht mehr zersetzte, aber ich habe in diesem einzigen Falle Ameisensäure nachweisen können.

Es ist gewiss sehr schwer, eine genügende Erklärung dieser eigenthümlichen Zersetzungsweise der Milchsäure aufzufinden, aber die Thatsache ist darum nicht minder interessant und der Aufmerksamkeit der Chemiker würdig.

### *Milchsaure Salze.*

Wenig habe ich in dieser Beziehung hinzuzufügen; ihre Eigenschaften sind in dem, was Gay-Lussac und ich früher bekannt gemacht haben, enthalten.

Die milchsauren Salze von Eisen, Zink und die milchsaure Talkerde enthalten 6 At. Krystallwasser, sind nicht leicht löslich und ohne isomorph. Dennoch will ich dieses nicht mit aller Be-

stimmtheit aussprechen, denn die Krystalle sind so klein, dass man die Winkel nur sehr schwer messen kann.

Der milchsaure Kalk enthält 6 At. Wasser und ist wenig in Wasser löslich, dagegen löst er sich sehr in Weingeist, woraus er durch Aether als krystallinischer Niederschlag gefällt werden kann. Aus weingeistiger Lösung schlägt Phosphorsäure den Kalk nieder, während in wässerigen Lösungen umgekehrt die Milchsäure den phosphorsauren Kalk zersetzt.

Milchsaures Ammoniak ist zerfliesslich und nicht krystallisirbar.

Die Milchsäure bildet mit Kupferoxyd ein schön blaues Salz, welches zur Grundform ein gerades rechteckiges Prisma aus dem dritten Systeme hat.

Dieses Salz krystallisirt leicht, enthält 2 At. Wasser, die es bei  $120^{\circ}$  verliert. Setzt man es grösserer Hitze aus, so entwickelt es Kohlenoxydgas und Kohlensäure. Das Kupfer wird zu Metall reducirt, die im Destillirgefässe enthaltene Materie schmilzt und zersetzt sich in dieselben Producte als die freie Milchsäure selbst. Bringt man das letzte Drittel der Destillationsproducte mit Wasser zusammen, so ereignet es sich mitunter, dass sie auf einmal fest werden und eine Materie absetzen, welche nichts Anderes als Lactid ist. Dieses ist sehr löslich im Lacton und diesem Umstande muss man es zuschreiben, dass man so wenig krystallisirte Materie unter den Destillationsproducten der freien Milchsäure oder des milchsauren Kupferoxyds erhält.

Das milchsaure Kupferoxyd, zuvor von seinen beiden Atomen Krystallwasser befreit, gab mir bei der trocknen Destillation 41 Centim. flüssige Substanzen, welche eine grosse Menge Lactid in Auflösung hatten, ferner 29,5 metallisches Kupfer, 3,3 Kohle und 26,2 Gas ( $\text{CO}$  und  $\text{CO}_2$ ).

Dieses Salz hat eine merkwürdige Eigenthümlichkeit. Es krystallisirt zuweilen in grossen grünen Prismen, welche weder in der Form noch in der Zusammensetzung von dem oben genannten blauen Salze verschieden sind. In Wasser nochmals aufgelöst, verwandeln sie sich in blaues Salz und beide haben die Formel:

$$\text{CuO}, \text{C}_6\text{H}_5\text{O}_5, 2\text{HO}.$$

Das milchsaure Kupferoxyd giebt, mit kaustischem Kali behandelt, eine dunkelblaue Flüssigkeit, Kalk fällt daraus einen

eil des Kupferoxyds und ein andrer Theil bleibt in der Lösung, obst bei starkem Ueberschuss von Kalk. Unter denselben Umständen wird essigsaures Kupferoxyd stets vollständig gefällt und die Flüssigkeit wird dadurch ganz farblos. Diese Eigenschaften lassen die Milchsäure und Essigsäure, wenn sie nicht zu gleicher Zeit vorhanden sind, in den Secretionen leicht unterscheiden.

Die Weinsäure, welche allerdings die Fällung des Kupferoxyds durch Kali verhindert, setzt der Fällung desselben Oxyds durch Kalkmilch kein Hinderniss entgegen; dasselbe gilt von der Citronensäure und Paraweinsäure, auch sie hindern die Fällung durch Kalkmilch nicht. Die Milchsäure dagegen und die Zuckerarten, woraus sie entsteht, sind die einzigen Körper, welche unter den eben genannten die Fällung des Kupferoxyds durch Kalk verhindern oder wenigstens unvollständig machen. Diese Bemerkungen mögen als Kennzeichen dienen, um die Milchsäure von denjenigen Körpern, welche sie mitunter begleiten, zu unterscheiden, und verdienen gewiss das Interesse, wenn man berücksichtigt, wie wichtig ihre Erkennung in den Secretionen, wo sie in geringer Menge und mit vielen anderen Substanzen gemengt vorkommt, ist.

Ich glaube nicht, dass man mir etwas einwenden wird, wenn ich hinzufüge, dass es zu bedauern ist, dass den vielen Analysen, welche bereits mit den Stoffen thierischer Organe und Secretionen angestellt wurden, nicht gründlichere Untersuchungen der diese constituirenden Stoffe selbst vorausgingen. Zu einer Zeit, wo man die Eigenschaften der Milchsäure gar noch nicht genau kannte, wurde ihre Existenz im Magensaft bald angenommen, bald bestritten. Gestützt auf die in dieser Abhandlung enthaltenen Thatsachen, und auf andere und eigene, haben die Herren Bernard und Barreswill vor Kurzem auf eine Weise, welche diesen Gegenstand zu erledigen scheint, die Frage über die wirkliche Ursache der Säure im Magensaft entschieden.

## XIII.

Ueber eine merkwürdige Veränderung im Guano  
gefundener Knochen.

Von

**Rob. Warrington.**

(Philosoph. Magazine Journ. III. Series. No. 172.)

Der Verfasser erhielt von seinem Freunde Hrn. Edwin Queckett eine merkwürdige krystallinische Substanz aus dem Guano von Ichaboe, welche ganz und gar die Structur und Gestalt der Knochen nachahmte. Die Oberfläche bei manchen Stücken war noch mit Theilen von Muskelfasern in vertrocknetem und pulverigem Zustande dicht bedeckt, stellenweise waren die Knochen unverändert geblieben und mitunter der ganze cylindrische Theil derselben durch Ersetzung oder Infiltration des fremdartigen Körpers ersetzt. Die Structur dieser Substanz war deutlich krystallinisch und blättrig und bei den cylindrischen Stücken etwas strahlig von den Seiten zur Mitte hin. Ihre Farbe war nahezu weiss, mit einem Stich in's Gelbe; sie war grösstentheils frei von fremden Beimengungen und nur an den breiteren Enden der Knochen fanden sich kleine braune Partikel eingestreut. Die Masse decrepitirte in der Flamme der Spirituslampe, nahm eine graue Farbe an, entwickelte Ammoniakgeruch und theilte der Flamme die violettrothe Farbe der Kalireaction mit, ohne eine Beimengung von Gelb, wie bei Gegenwart von Natron. Die ganze Masse, mit Ausnahme der braunen Partikel, löste sich in Wasser. Diese Lösung liess nun gegen die folgenden Reagentien erkennen: 1) *Schwefelsäure* durch einen in Salpetersäure unlöslichen Niederschlag bei Anwendung von salpetersaurem Baryt. 2) *Ammoniak*, welches sich beim Erwärmen mit einem Zusatze von Kali erkennen liess. Kalk, Chlor und Oxalsäure konnten durch die geeigneten Reagentien nicht nachgewiesen werden, eben so wenig Phosphorsäure. 3) *Kali* wurde bei Zusatz von Weinsäure augenblicklich und in reichlicher Menge gefällt, und es zeigte sich endlich beim Eindampfen der Flüssigkeit mit Salpetersäure durch den charakteristischen purpurnen Fleck ein Gehalt an Harnsäure; Magnesia wurde ebenfalls nicht gefunden.

Die Substanz bestand also aus Kali, Ammoniak, Schwefelsäure und etwas Harnsäure, und es wurde nun eine quantitative

Analyse unternommen. 5,84 Grm. der Substanz, im Platintiegel zum Rothglühen erhitzt, wozu die reinsten Stücke ausgewählt waren, verloren nach einiger Zeit 1,02 Grm. und hinterliessen einen vollkommen weissen Rückstand von der Gestalt der angewandten Stücke. Es war dabei eine geringe Menge saurer Dämpfe bemerkbar. Der Rückstand war in heissem Wasser bis auf ein Geringes löslich, welches 0,06 betrug und von undurchsichtig weisser Farbe war. Reagentien zeigten, dass dieser Rückstand der phosphorsaure Kalk der Knochen war. Die Resultate sind demnach:

4,76 Grm. feuerfester Rückstand von schwefelsaurem Kali,
0,06 phosphorsaurer Kalk der Knochen,
1,02 Verlust durch Glühen, vermuthlich schwefelsaures Am-
moniak und Wasser,
<hr/>
5,84.

Es wurden ferner 14,54 Grm. der Substanz mit heissem Wasser digerirt; der hierbei gebliebene Rückstand von 1,44 Grm. bestand aus den Muskelfasern und den oben erwähnten braunen Partikeln. Die abgesonderte Flüssigkeit wurde in zwei gleiche Theile getheilt, mit Salpetersäure sauer gemacht und heiss mit salpetersaurem Baryt gefällt. Der gehörig behandelte Niederschlag von schwefelsaurem Baryt wog 8,8, entsprechend 3,00 Schwefelsäure. Dieser Niederschlag enthielt eine geringe Menge einer flockigen Materie von blassbrauner Farbe. Nach Hinwegschaffung des überschüssigen Baryts und Abdampfen zur Trockne, bis der purpurne Flecken von Harnsäure sich zeigte, hinterliess Wasser eine braune flockige Materie, welche 0,11 Grm. wog und der kurz vorher erwähnten ähnlich war. Die wässerige Auflösung wurde nun nebst der früher zur Trennung vom überschüssigen Baryt im Uebermaass zugesetzten Schwefelsäure durch Abdampfen und Erhitzen zur Trockne gebracht und der Rückstand von zweifach-schwefelsaurem Kali gewogen. Dieser betrug 7,85 oder 2,94 Kali. Die andere Hälfte der ursprünglichen Lösung wurde mit kaustischem Kali behandelt und damit durch Destillation auf ein Kleines eingeeengt, wobei das Destillat in Salzsäure aufgenommen wurde. Der aufgenommene Ammoniakgehalt wurde durch Platinchlorid bestimmt, woraus sich die folgenden Resultate ergaben:

Schwefelsäure	3,00 Grm.	$\times 2 = 6,00$
Kali	2,94 -	$\times 2 = 5,88$
Ammoniak	0,26 -	$\times 2 = 0,52$
flockige Masse	0,11 -	$\times 2 = 0,22$
unlösliche Masse		$\times 2 = 1,44.$

Oder wenn die Bestandtheile zu Salzen verbunden werden:

Kali	5,88	} = 10,78 Grm. schwefelsaures Kali,
Schwefelsäure	4,90	
Ammoniak	0,52	} = 2,29 - schwefelsaures Ammoniak.
Schwefelsäure	1,22	
Krystallwasser	0,55	

Die Rechnung giebt, mit dem Versuche verglichen, nur einen Fehler von 0,12 an Schwefelsäure.

		Berechnet.	Gefunden.
Schwefelsaures Kali	4 At. = 10,8		10,78
— Ammoniak	1 At. = 2,3		2,29.

Die Behandlung zeigt, dass die Substanz nicht durchaus dieselbe Zusammensetzung hatte, indem bei der ersten Analyse eine geringe Menge von phosphorsaurem Kalk gefunden wurde, welche in der zweiten fehlt.

Die merkwürdige Frage, auf welche Weise in eine Substanz wie der Guano, die so grosse Mengen von Natron- und Ammoniaksalzen enthält, schwefelsaures Kali gekommen ist, findet durch Mittheilungen, welche der Verfasser einzuziehen wusste, auf folgende Weise einige Beleuchtung. Es scheint, dass Seehundsfischer die Gewohnheit gehabt haben, die Insel Ichaboe regelmässig zu besuchen und daselbst bei Holzfeuer das Fett der Seehunde auszubraten. Die Abfälle, welche sie hinterliessen und welche nun Nahrung für die zahllosen Seevögel wurden, gaben Veranlassung zu der Ansammlung des Guano. Auf diese Weise erklärt sich wenigstens die Quelle des Kali's, welches die Ammoniaksalze der faulenden Ueberreste von den Seehunden oder den Excrementen der Vögel zersetzen musste, die sich in unmittelbarer Nähe befanden. Diese Mittheilungen geben zugleich Aufschluss über das häufige Vorkommen von Seehundsfellen und Seehundsknochen, welche man oft im eingeführten Guano findet.

## XIV.

## Ueber eine ansehnliche Beimischung von kieselschaligen mikroskopischen Seethierchen im Guano.

Vor längerer Zeit hat Hr. Fritzsche eine ausgezeichnete Sorte Guano der mikroskopischen Untersuchung unterworfen und darin den Rest von Fischskeletten gefunden (d. Journ. XXVIII. S. 210). Hr. Ehrenberg unterwarf diese Substanz aus verschiedenen Gegenden einer genauen mikroskopischen Prüfung und theilte das Resultat derselben der Academie der Wissenschaften zu Berlin mit. Aus den Berichten derselben (Febr.) theilen wir folgende Notiz mit:

Die Untersuchung einer Guano-Probe, welche Hr. Richard Schomburgk von Hrn. Shilling in London erhalten und die aus Africa stammen sollte, worauf aber geschrieben stand *Pacific Ocean*, veranlasste den Verf. zur Vergleichung der mikroskopischen Charaktere. Es fanden sich zwar alsbald dabei Körperchen, die gewissen Infusorien ähnelten, allein es liessen sich keine bestimmbareren Formen erkennen. Um die Natur dieser Dinge zu entscheiden, löste der Verf. einigen Guano dieser Art in Salpetersäure auf und versuchte nun eine Prüfung des Rückstandes. Sogleich ergab sich die klare Erkenntniss sehr vieler verschiedener kieselschaliger jetztlebender Meeres-Infusorien.

Da die kleine Menge der Substanz leicht auf ein besonderes von dem bekannten in geognostischen Lagern vorkommenden Guano des stillen Meeres verschiedenes locales und beschränktes Verhältniss bezogen werden konnte, so suchte der Verf. auch andere Guano-Arten zur Vergleichung zu erhalten. Hr. H. Rose übergab zu diesem Behuf eine Probe des im Handel vorkommenden Guano's, den er in seinem Laboratorium bisher benutzt hat, und da er von seinem Vater noch eine kleine Probe des von Hrn. v. Humboldt selbst von Arica mitgebrachten und ihm übergebenen Guano's besass, so überliess er auch bereitwilligst diese zur Prüfung. Eine vierte Probe aus dem Handel erhielt der Verf. von Hrn. Magnus, welche ebenfalls zu chemischen Experimenten gedient hatte.

Aus diesen Materialien, welche nun nicht mehr auf ein beschränktes locales Vorkommen schliessen lassen, hat der Verfas-

ser durch Untersuchung das Resultat gewonnen, dass aller Guano eine sehr reiche Beimischung von kieselschaligen Meeres-Infusorien hat.

In der von Hrn. R. Schomburgk erhaltenen Guano-Probe fanden sich 34 kleinste Meeresorganismen. In dem von Hrn. H. Rose mitgetheilten Handels-Guano fanden sich 37 Formen, in dem von Hrn. A. v. Humboldt's Reise stammenden 28 und in dem von Hrn. Magnus erst kürzlich erhaltenen wurden bis heute 26 Arten erkannt.

Es ist somit festgestellt, dass der schon in Klaproth's Analyse von 1827 verzeichnete Gehalt des Guano's an sandiger Beimengung und Kieselerde, welcher 32 Procent oder  $\frac{1}{3}$  des Gewichtes betrug ( $28 + 4$ ), einen wesentlichen Grund in beigemengten kieselschaligen unsichtbar kleinen Meeresorganismen hat.

Da von einer der Proben der Abstammungs-Ort, die Küste von Peru bei Arica, bekannt war, und da die Formen der beiden Handels-Proben mit diesen sehr übereinstimmend waren, so lässt sich daraus schliessen, dass dieser von den Berliner Chemikern benutzte Handels-Guano auch aus dem stillen Ocean ist. Dagegen zeigt der durch Hrn. Schomburgk mitgebrachte Guano sehr auffallende Unterschiede. Er enthält 13 Arten der Gattung *Actinocyclus*, während die andern keine einzige Art zeigten und nur einen *Actinoptychus*, und die übrigen davon 5 Arten übereinstimmend enthielten u. s. w. Er mag leicht africanisch und die Aufschrift durch Zufall anders sein.

Die darin unter den im Ganzen vorgekommenen 75 Arten kleiner Seethierchen enthaltenen neuen Formen sind folgende 7 *Polygastrica*:

*Dictyocha abnormis*,  
*ENDICTYA oceanica*,  
*Mesocena binonaria*,  
 — *bioctonaria*,  
*ODONTODISCUS? eccentricus*,  
*SYNDENDRIUM Diadema*,  
*Triceratium megastomum*.

Drei dieser Formen sind den bekannten Generibus fremd und in neue Genera gebracht, sie sind aus dem Handels-Guano von Hamburg. Der vermuthlich africanische hatte nur 2 neue Arten,

die *Dietyocha* und das *Triceratium*, die auch in den übrigen gefunden wurden.

Wenn der Guano ein Product der Seevögel ist, so sind diese Seethierchen nur auf solche Weise in denselben gelangt, dass sie zweimal verzehrt worden sind, einmal von Würmern oder Fischen, und diese erst wurden von Vögeln verzehrt. Vögel verzehren nicht direct so viel Infusorien-haltendes Wasser.

Da die Fische, nach des Verf. Beobachtungen, sehr selten Infusorien in ihrem Darne zeigen, daher ihre Nahrung meist von kleineren Fischen oder Pflanzen wählen, so möchte man glauben, die bisher als den Guano liefernd angesehenen Cormorane und Pelecane, als ächte Fischfresser, möchten weniger Theil daran haben als *Strandvögel*, die nur See-Würmer suchen. Vielleicht leiten diese Beobachtungen auf immer bestimmtere Kenntniss der offenbar neueren Guano-Bildung.

---

## XV.

Einiges über die Substanzen, welche das Silberoxyd reduciren und das Silber als Metallspiegel auf Glas fällen.

Von

Dr. *John Stenhouse*.

(*Philosoph. Magazine Journ. III. Series. No. 175.*)

Es war zuerst vom Aldehyd bekannt, dass dasselbe aus einer Lösung von salpetersaurem Silberoxyd in Ammoniak das Silber als glänzenden Metallspiegel auf die Wände der Glasgefäße befestige. Später wurde dieselbe Eigenschaft von noch drei andern Substanzen bekannt, welche dunklere und weniger schöne Spiegel geben; diese sind die Zuckersäure, die Pyromekonsäure und die salicylige Säure. Diese waren die einzigen Substanzen, von welchen man diese Eigenschaft kannte, bis vor 6 Monaten Drayton ein Verfahren, dergleichen Silberspiegel zu erhalten, bekannt machte, welches darin besteht, salpetersaures Silber, in Ammoniak gelöst, mit Lösungen von Cassia- oder Nelkenöl in Weingeist zu behandeln.

Ich habe nun noch mehrere Körper gefunden, welche namentlich bei Anwendung von Wärme Silber Spiegel geben. So giebt Traubenzucker schon in der Kälte einen glänzenden Spiegel, welcher indessen erst nach 6 — 12 Stunden erscheint, während er in der Wärme in wenigen Minuten entsteht. Der Spiegel ist dunkler als der durch Aldehyd erzeugte, oder der, welcher bei Drayton's Verfahren entsteht. Rohrzucker giebt nur bei Anwendung der Wärme einen Spiegel. Eben so Stärke und Gummi arabicum, aber viel langsamer und nur bei anhaltendem Kochen. Ferner Phloridzin und Salicin. Terpentinöl und Lorbeeröl ebenfalls, nur noch weniger leicht und nur bei sehr concentrirten Auflösungen. Aehnlich wirkt Guajac-Harz.

Das Pimentöl besteht bekanntlich aus 2 verschiedenen Oelen, wovon das erste schwerer ist als Wasser und mit den Basen krystallisirbare Salze bildet; das zweite hingegen ist leichter als Wasser. Das erstere bringt in wenig Minuten schon in der Kälte einen eben so schönen Spiegel hervor als das Cassia- und Nelkenöl. Das zweite wirkt selbst nicht einmal nach längerem Kochen. Ich konnte ferner keine Metallspiegel erhalten mit Zimmtsäure, Benzoësäure, Mekonsäure, Komensäure, Gerbsäure und Pyrogallussäure, eben so wenig mit Benzoëgummi, Elemi und Olibanum, mit dem Rhodiumöl oder mit Glycerin.

So sinnreich auch das Verfahren von Drayton ist, so hat es dennoch einige Mängel, welche nicht so leicht zu beseitigen sein möchten. Nach einigen Wochen bekommen die auf diese Weise erzeugten Spiegel kleine braune Flecken, welche ihrem Glanze beträchtlich schaden. Die Ursache dieser Flecken scheinen kleine Mengen Harz zu sein, welche das Silber mit sich reisst und welche sich vermuthlich durch die Oxydation der Oele durch das Silberoxyd bilden. Dieses Harz scheint dann, wenn es sich zwischen Glas und Silber angesetzt hat, auf das Silber zu wirken, und so entstehen die erwähnten braunen Flecken. Wendet man die Oele im Ueberschuss an, so sind die Spiegel dunkler und werden schneller missfarbig als sonst. Ohne Zweifel hält der Weingeist einen grossen Theil der harzartigen Materie zurück; aber ein kleiner Theil wird dennoch auf die Oberflächen, die man versilbern will, abgesetzt und übt diesen schädlichen Einfluss aus.

---

## XVI.

## Ueber eine Methode, Chinasäure nachzuweisen.

Von

Dr. **John Stenhouse.**

(Philosoph. Magaz. Journ. III. Series. No. 172. 1845.)

Bei den wenig ausgezeichneten Eigenschaften der Chinasäure schlägt Stenhouse vor, eins ihrer Zersetzungsproducte, das Chinon, als Erkennungsmittel für diese Säure zu benutzen. Indem sie wahrscheinlich als chinasaurer Kalk in den Rinden, worin sie vorkommt, enthalten ist, kann eine leichte Methode ihrer Entdeckung zugleich als Prüfung für ächte Chinarinden und Unterscheidung von unächten dienen.

Rinden der Art, in welchen man die Säure vermuthet, werden mit einem geringen Ueberschuss an Kalk gekocht. Es ist hinreichend, ein halbes Loth der gepulverten Rinden anzuwenden.

Man giesst die Flüssigkeit ab und concentrirt sie durch Abdampfen, ohne zu filtriren, welches wenigstens nicht nöthig ist. Den Rückstand bringt man mit der Hälfte seines Gewichts Schwefelsäure und Braunstein in eine Retorte und destillirt. Wenn auch nur die geringsten Spuren von Chinasäure vorhanden sind, so ist das erste Destillat gelb und besitzt den eigenthümlichen Geruch nach Chinon. Setzt man hierzu noch etwas Ammoniak, so wird die Flüssigkeit sogleich dunkelbraun und bald darauf schwarzbraun, oder wenn man zu einem anderen Theile der Flüssigkeit Chlor treten lässt, so geht die Farbe durch Gelb in Hellgrün über. Man braucht die Destillation nicht sehr lange fortzusetzen, weil das Chinon sehr flüchtig ist und zu Anfang fast vollständig überdestillirt. Der Versuch wurde angestellt mit einem halben Loth der *China rubra*, *Ch. loxa* und *Ch. regia* und die angegebenen Resultate stets leicht erhalten. Dagegen gaben 4 Loth der *China nova Surinamensis* auch nicht eine Spur Chinon.

Man hat lange nach Berzelius angenommen, dass das *album* von *Pinus silvestris* ein halbes Procent Chinasäure enthalte und dass sie mit Gerbsäure zugleich in vielen Rinden vorkomme. Es wurden 1½ Pfund der innern Rinde von *Pinus silvestris* auf obige Weise behandelt und keine Spur Chinon erhalten, wiewohl bei Zusatz von 2 Gran chinasauerm Kalk das Destillat unmittelbar dasselbe erkennen liess.

Ein ähnliches Verfahren schlägt der Verfasser vor, um Chinin und Cinchonin zu finden, indem man dieselben zunächst durch Kochen der Rinden mit verdünnter Schwefelsäure auszieht, dann mit einem geringen Ueberschuss von kohlensaurem Kali oder Natron fällt; den stark gefärbten und unreinen Niederschlag destillirt man mit kaustischem Kali oder Natron, um Chinolin zu erhalten.

Das Chinolin ist dann leicht durch seinen Geruch und Geschmack erkennbar, so wie durch seine hervorstechenden alkalischen Eigenschaften. Es ist in Wasser fast unlöslich; mit einer Säure gesättigt, löst es sich leicht und scheidet sich bei Zusatz eines Alkali's wiederum aus. Hierbei wäre dann nur zu berücksichtigen, dass das Chinolin auch aus anderen Alkaloïden, z. B. dem Strychnin, auf diesem Wege erzeugt wird, indessen beweist es immerhin die Gegenwart eines Alkaloïds, welches dann noch näher durch seine bekannten Eigenschaften zu bestimmen ist.

## XVII.

### Untersuchung über das Uran.

Von

**Péligot.**

(*Ann. de Chim. et de Phys. III. Série. Decbr. 1844. Tom. XII.*)

Péligot beginnt seine Abhandlung, welche er als Fortsetzung an seine früheren über denselben Gegenstand anreicht, mit einer Zusammenstellung seiner bereits bekannt gemachten Resultate. Er hebt unter denselben diejenigen hervor, welche ihn bestimmten, das Uranoxydul als ein zusammengesetztes Radical zu betrachten, gebildet aus dem doppelten Aeq. des Oxyduls und mit dem Namen „*Uranyl*“ bezeichnet. Das Chlorür dieses Radicals ist  $(U_2O_2)Cl$  und das Oxyd in den gelben Salzen  $(U_2O_2)O$ . Durch Annahme dieses Radicals verschwinden nach ihm die Abweichungen, welche das Uranoxyd  $U_2O_3$  darbietet, indem 2 Aeq. Sauerstoff unter diesen 3 keinen Einfluss auf die Sättigungscapazität, wenn man jenes Radical annimmt, ausüben und die Uranylsalze überhaupt mit denjenigen Salzen in Einklang kommen, welche durch Oxyde mit 1 At. Sauerstoff gebildet sind.

Der Verfasser zählt hierauf die Einwürfe, welche Berzelius seiner Hypothese machte, auf und führt aus dessen Jahresberichte von 1842 die vorzüglichsten an, so wie die Zweifel, welche Berzelius in das auf 750 herabgesetzte Atomgewicht setzt; auch innert er an die seitdem von Ebelmen, Rammelsberg und Wertheim bekannt gemachten Arbeiten, von welchen er glaubt, dass sie seine Ansichten durchaus bestätigen.

Ueber das Atomgewicht des Urans behält es der Verfasser vor, binnen Kurzem diese Frage einer ausführlicheren Untersuchung zu unterwerfen. Er zieht vorläufig nur aus den Arbeiten von Rammelsberg, Wertheim und Ebelmen den Schluss, dass die Zahl 800, welche Berzelius durch Oxydation des damaligen Urans, jetzigen Uranoxyduls, erhielt, nicht mehr zulässig sei.

Ebelmen erhielt aus seinen Analysen die Zahl 742,8.

Rammelsberg erhielt die Zahl 750, dieselbe, welche der Verf. vorschlug.

Wertheim erhielt die Zahl 740,5.

Es scheint demnach, dass das wahre Atomgewicht zwischen 40 und 750 liege. Nimmt man eine dieser Zahlen an, so stimmen alle Analysen obiger Chemiker überein, keine einzige lässt sich dagegen erklären, wenn man die Zahl 800 nach Berzelius voraussetzt.

Hierauf geht der Verfasser zur Erörterung der Frage über die Existenz des Uranyls über. Berzelius hatte diese Idee verworfen, indem er das Uranoxydul einfacherweise als Salzbasis betrachtete.

Diesen Gegenstand behandelt der Verfasser mit folgenden Worten:

„Ich gestehe zu, dass ich der Meinung gewesen bin, diesem Einwurfe von vorn herein entgegen gekommen zu sein, indem ich diese doppelte Rolle nicht dem Uranoxydul beigelegt habe. Dass man zulassen, habe ich gesagt, dass das Oxyd in den grünen Salzen dasselbe sei als in den gelben, wo es die Rolle eines Radicals spielt? Ich glaube nicht. Es ist nichts vorhanden, was die Moleculär-Constitution dieser beiden Körper als identisch erweist. Es ist sehr wohl möglich, dass, wenn schon beide dieselben Gewichtsverhältnisse zeigen, das eine zum andern in denselben Verhältnisse stehe, wie das Methylen gas zum ölbildenden.“

Ich hätte hinzufügen können, dass dieses sehr wahrscheinlich ist, weil 1 Aeq. dieses Oxyduls  $UO$  die Basis in den grünen Salzen darstellt, während das doppelte Aeq.  $U_2O_2$  sich mit Chlor, Sauerstoff u. s. w. verbindet und die Entstehung zusammengesetzter Uranverbindungen begründet. Kann man nicht annehmen, dass einer und derselbe Körper sich verschieden verhalte, je nachdem ihn die Natur desjenigen Körpers, mit dem er in Berührung ist, dazu bestimmt? Haben wir nicht Beispiele der Art genug bei den Verbindungen so verschiedener Natur, welche das Ammoniak entstehen lässt?

Péligot führt hierauf Berzelius's eigene Worte über seine Ansicht aus dem Jahresberichte an. Am Schluss dieser Stelle hält Berzelius die Erklärung der Erscheinungen nicht für so schwierig und erklärt sie, indem er die Zusammensetzung der Uranverbindungen mit denjenigen Doppelsalzen vergleicht, welche, wie es viele Beispiele gebe, wo ein neutrales Salz einer starken Basis sich mit einem basischen Salze einer schwächeren Basis verbinde, die beiden Basen nicht in demselben Sättigungsgrade der Säure enthalten. Man habe nur nöthig, einen Blick auf die Verbindungen zu werfen, welche das Mineralreich darbietet.

Péligot erwiedert dieser Stelle mit folgenden Worten: Der Umstand, dass ein Oxyd nur basische und in Wasser lösliche Salze giebt, ohne ein einziges neutrales zu liefern, ist meiner Meinung nach keine so geringe Schwierigkeit. Berzelius löst diese Schwierigkeit, indem er sagt, das Uranoxyd verhalte sich hier eben so wie die anderen Oxyde, welche lösliche basische Salze bilden. Ich glaube, es wäre nicht unnütz gewesen, einige solcher Verbindungen zu nennen, ich kenne nur das Eisenoxyd, welches mit Essigsäure ein lösliches basisches Salz geben soll, aber dieses Salz ist nicht krystallisirbar und es scheint, dass es überhaupt gar nicht analysirt ist und mithin problematisch. Indem Berzelius von denjenigen Doppelsalzen spricht, in welchen die beiden Basen nicht in demselben Sättigungszustande sind, vermuthe ich, dass er diejenigen Verbindungen meint, welche dem Brechweinstein gleiches. Wir werden sehen, dass, wenn man das Antimonoxyd unter demselben Gesichtspuncte als das Uranoxyd betrachtet, man auf eine sehr einfache und befrie-

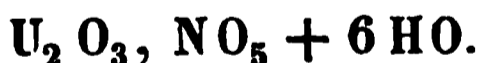
gende Weise die bis jetzt so schwierigen Eigenschaften desselben erklären kann.

Péligot stellt hierauf eine Uebersicht derjenigen Eigenschaften auf, welche man als Charaktere der Neutralität bei den Uranoxydsalzen anerkennt, und ist der Meinung, dass alle diese Eigenschaften den Uranoxydsalzen zukommen. Diese Salze würden nach Berzelius alle dreibasisch sein und das Uranoxyd wäre nach demselben nicht im Stande, ein einziges neutrales Salz zu bilden. Um überhaupt die vorliegende Frage entscheiden zu können, stellte der Verfasser die nun folgenden Untersuchungen an, welche mit besonderer Berücksichtigung dieser Aufgabe gemacht wurden. Wir lassen deshalb diesen Theil der Abhandlung am Inhalte nach folgen.

#### *Salpetersaures Uranoxyd.*

Nach Berzelius giebt es zwei krystallisirbare salpetersaure Verbindungen; die eine betrachtete man früher nach ihm fälschlich als ein saures Salz (ohne Berücksichtigung, dass die Salpetersäure keine sauren Salze bildet); sie wird das neutrale Salz sein. Berzelius giebt nichts über dieses Salz an, auch nichts über eine Darstellung.

Ich habe dieses Salz nicht erhalten können; die Verbindung, welche aus einer sehr sauren Flüssigkeit krystallisirt, ist dieselbe wie die, welche aus reinem Wasser krystallisirt. Es ist dieses das neutrale Salz, dessen Formel nach meinen Analysen die folgende ist:



Ebelmen kam zu demselben Schlusse; nach ihm existirt kein saures Salz und die Behauptung von Berzelius scheint nicht richtig zu sein.

#### *Schwefelsaure Uranoxydsalze.*

„Ich habe,“ sagt Berzelius, „gefunden, dass es drei krystallisirbare Verbindungen des Uranoxyds mit Schwefelsäure giebt: 1)  $\text{U}_2\text{O}_3, \text{SO}_3$ , erhalten durch Auflösen von bis zum Rothglühen erhitztem schwefelsaurem Uranoxyd; 2)  $\text{U}_2\text{O}_3, 2\text{SO}_3$ , welches in einer etwas sauren Lösung nach Art des Wawellits krystallisiert; 3)  $\text{U}_2\text{O}_3, 3\text{SO}_3$ , welches aus heisser Lösung oder der von

einem der beiden vorigen Salze in concentrirter Schwefelsäure krystallisirt.“

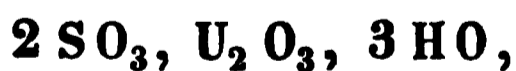
Das erste der von Berzelius angegebenen Salze ist mit grosser Sorgfalt von Ebelmen studirt und hat die Form  $U_2O_3, SO_3, 3\frac{1}{2}H_2O$ . Meine Analysen bestätigen diese Form. Indessen wäre es hier am Orte, zu erwägen, ob das Atomgewicht des Urans als definitiv bestimmt angesehen werden dürfe, so v denn auch meine Analysen ein wenig mehr an Oxyd und Schwefelsäure gaben als die von Ebelmen und diejenigen, welche die Formel verlangt, wenn sie nicht überhaupt durch die Form  $U_2O_3, SO_3, 3H_2O$  ersetzt werden muss.

Dieses Salz ist sowohl seiner Eigenschaften wegen, als seiner Art der Darstellung nach das wirkliche neutrale Salz; denn verbindet sich mit 1 At. schwefelsaurem Kali und Ammoniak ebenfalls neutralen Doppelsalzen.

Ich habe vergebens gesucht die beiden anderen Salze darzustellen, indem ich dieselben Bedingungen, welche Berzelius angegeben liess. Eine saure Lösung von schwefelsaurem Uranoxyd lässt ein zerfliessliches Salz krystallisiren, welches ein veränderliches Gemenge von neutralem und demjenigen sauren Salze ist, welches ich beschreiben werde. Wenigstens ist dieses der einzige Schluss, den ich aus den Analysen, welche ich mit Proben verschiedener Darstellung angestellt habe, ziehen kann. Ich hielt nach und nach:

Schwefelsäure	26,9	30,1	25,2	26,6
Uranoxyd	57,7	60,0	57,8	—
Wasser	15,4	9,9	17,0	—
	100,0	100,0	100,0.	

Die Formel:



welche noch am besten mit zwei der Uranoxydbestimmung passt, erfordert:

Uranoxyd	57,3
Schwefelsäure	31,9
Wasser	10,8
	100,0

und kann wegen der widerstreitenden Bestimmung der Schwefelsäure nicht zugelassen werden.

Löst man in der Hitze das trockne schwefelsaure Uranoxyd,  $U_2O_3, SO_3$ , in concentrirter Schwefelsäure, so erhält man nach Berzelius das neutrale Salz  $U_2O_3, 3 SO_3$ .

Ich will über diese Art, ein neutrales Salz darzustellen, kein Wort sagen. Ich erhielt in der That, diese Angaben befolgend und indem ich zum Sieden erhitzte Schwefelsäure anwandte, ein schmelzbares Salz. Die Reinigung war ausserordentlich schwierig, weil die Mutterlauge als concentrirte Schwefelsäure das Papier zerstörte, womit man es in Berührung brachte. Indem ich dessenungeachtet die Krystalle im leeren Raume auf unglasirtem Porcellan liegen liess, bekam ich ein fast trocknes Salz. Die Analyse gab:

	I.	II.
Angewandte Substanz	1,952	2,493
schwefelsauren Baryt	2,121	2,680
Substanz	2,195	4,075
olivengrünes Oxyd	1,290	2,322.

Diese Resultate führen zu der Formel:

	Berechnet.	Gefunden.	
		I.	II.
$2 SO_3 = 1002,0$	34,2	37,3	36,9
$U_2O_3 = 1800,0$	61,6	58,7	58,0
$H O = 112,5$	4,1	4,0	5,1
	<hr/> 2914,5	<hr/> 100,0	<hr/> 100,0

So wenig dieses Salz die Meinung von Berzelius bestätigt, um so mehr giebt sie einen Beweis zu Gunsten der Rolle als Radical, welche ich dem Uranoxydul zuschreibe. Denn es ist äquivalent dem 2fach-schwefelsauren Kali:



Die berechneten Resultate stimmen zwar nicht gut mit den gefundenen, aber das kann nicht anders sein, denn ein Salz der Art muss nothwendig einen Theil der Mutterlauge beibehalten. Daher kommt denn auch der Ueberschuss an Säure in meinen Analysen.

Was das neutrale Salz von Berzelius,  $U_2O_3, 3 SO_3$ , anbetrifft, so war es mir unmöglich, dieses zu erhalten; ich habe Ursache, zu glauben, dass es nicht existire.

*Schwefelsaures Methyloxyd-Uranoxyd.*

Dieses Salz wurde durch Zersetzung von schwefelsaurem Methyloxyd-Baryt mit dem schwefelsauren Uranoxyd  $(U_2O_2)O$ ,  $SO_3$ ,  $3 H_2O$  erhalten, indem die beiden Salze im Gewichtsverhältniss ihrer Aequivalente zusammengebracht wurden.

Die erhaltene Flüssigkeit, welche weder von Schwefelsäure noch von Barytsalzen gefällt wurde, wurde bei gewöhnlicher Temperatur im leeren Raume abgedampft; die sirupdicke Flüssigkeit gab erst nach Verlauf von mehreren Monaten in trockner Atmosphäre Krystalle. Diese Krystalle sind sehr zerfliesslich, sie wurden zwischen Fliesspapier und zuletzt auf trockenem Papiere im leeren Raume getrocknet. Ihrer sehr grossen Begierde halber, Wasser anzuziehen, muss man das Gewicht in Apparaten bestimmen, welche den Zutritt der äussern Luft abhalten.

Die Analyse gab:

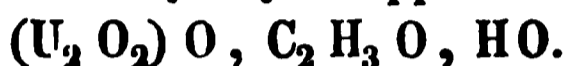
I.	Angewandte Substanz	2,695
	Wasser	0,391
	Kohlensäure	0,385
	Substanz	1,008
	olivengrünes Oxyd	0,562
	Substanz	1,193
	schwefelsauren Baryt	1,071.
II.	Angewandte Substanz	1,100
	Wasser	0,164
	Kohlensäure	0,179
	Substanz	1,808
	schwefelsauren Baryt	1,522
	Substanz	1,527
	olivengrünes Oxyd	0,830.

Diese Zahlen führen zu der folgenden Formel:

		Berechnet.	Gefunden.	
			I.	II.
$2 SO_3$	= 1002,0	31,2	30,8	28,9
$(U_2O_2)O$	= 1800,0	56,2	56,7	55,0
$C_2$	= 150,0	4,6	3,9	4,4
$H_4$	= 50,0	1,5	1,6	1,6
$O_2$	= 200,0	6,5	7,0	10,1
		3202,0	100,0	100,0.

Die Schwefelsäure des Salzes No. I. wurde durch Verdampfen der Auflösung bei Gegenwart von Salpetersäure bis zur Trockne erhalten; No. II. durch Verbrennen des schwefelsauren Doppelsalzes mit dem Fünffachen seines Gewichtes von einem Gemenge aus kohlensaurem Natron, Salpeter und Seesalz.

Der kleinen Differenzen, welche zwischen der Rechnung und den Versuchen stattfinden, ungeachtet, und welche von der Schwierigkeit, dieses Salz in einem vollkommenen Zustande der Reinheit und Trockenheit darzustellen, herrühren, ist die Zusammensetzung dieses Salzes offenbar die folgende, welche zugleich die aller neutralen schwefelsauren Methyloxyd-Doppelsalze ist:



Diese Zusammensetzung scheint mir die Frage über den Sättigungsgrad der Uranoxydsalze zu entscheiden, denn man kennt gar keine basischen schwefelsauren Methyloxyd-Doppelsalze, und wenn man dazu berücksichtigt, dass ein Gemenge dieses Salzes mit Schwefelsäure, welches ein anderes Verhältniss der Säure zum Oxyd hat als die obige Verbindung, durch Barytsalze gefällt wird, so geht daraus zugleich hervor, dass auch keine andere Verbindung dieser Körper unter einander existirt, welche mehr Säure enthält. Ohnehin krystallisirt das obige Salz aus seiner Lösung vollständig.

### *Weinsaures Uranoxyd.*

Durch die gründlichen Untersuchungen mehrerer Chemiker, namentlich die von Dumas und Piria, haben diese merkwürdigen Salze eine besondere Wichtigkeit bekommen, was mich bestimmte, dieser Verbindung viel Zeit und Sorgfalt zu widmen, so wie derjenigen, welche aus ihr durch Vereinigung mit weinsaurem Antimonoxyd entsteht.

Ich verdanke Jacquelain die Kenntniss eines Vorganges, nach welchem man das Uranoxyd sehr leicht darstellen kann. Dieses Verfahren ist viel einfacher als das von Ebelmen und Malaguti angegebene und besteht darin, das Uranoxyd durch eine sehr gemässigte Hitze zu zersetzen; man trocknet zu dem Ende das Salz über freiem Feuer in einer Platin- oder Porcellanschale, man kann es selbst theilweise sich zersetzen lassen; darauf pulvert man es und bringt es in weite Röhren, welche an einem Ende verstopft sind, und erhitzt im Oelbade bis auf unge-

fähr 250 Grad. Diese Temperatur behält man so lange bei, bis keine sauren Dämpfe von dem salpetersauren Salze mehr entweichen. Es bleibt ein chamoisgelbes Oxyd zurück. Man überzeugt sich von seiner Reinheit durch die schärfsten Reagentien auf Salpetersäure.

Bringt man dieses Oxyd mit einer Lösung von Weinsäure in Wasser zusammen, so erhält man eine gelbe Flüssigkeit, welche durch Concentriren unmittelbar einen krystallinischen Absatz von weinsaurem Uranoxyd fallen lässt. Die kalte Mutterlauge, dem freiwilligen Verdampfen überlassen, liefert noch Krystalle mit einem grösseren Wassergehalt.

Die Analyse dieser beiden Salze gab die folgenden Resultate:

In der Kälte krystallisirtes Salz, an der Luft getrocknet:

- |                       |       |   |
|-----------------------|-------|---|
| I. Angewandtes Salz   | 1,844 |   |
| olivenfarbenes Oxyd   | 1,060 | = 58,5 gelbes Oxyd in Proc.   |
| Angewandtes Salz      | 2,540 |   |
| Wasser                | 0,544 | = 2,38 Wasserstoff.   |
| Kohlensäure           | 0,919 | = 9,86 Kohlenstoff.   |
| II. Angewandtes Salz  | 2,649 | (Salz einer 2. Darstellung)   |
| olivenfarbenes Oxyd   | 1,524 | = 58,6 gelbes Oxyd.   |
| III. Angewandtes Salz | 3,055 |   |
| olivenfarbenes Oxyd   | 1,761 | = 58,7 gelbes Oxyd.   |
| Angewandtes Salz      | 4,397 |   |
| dasselbe              | 3,942 | nach dem Erhitzen bis auf 130 Grad so lange bis der Verlust constant blieb. |

Verlornes Wasser 0,355 = 10,3 Procent. Dieses Salz war in der Kälte im leeren Raume krystallisirt. Die Krystalle blieben 24 Stunden lang an der Luft.

- |                      |                       |
|----------------------|-----------------------|
| IV. Angewandtes Salz | 2,026                 |
| olivenfarbenes Oxyd  | 1,142 = 57,4 Procent. |

Drei Tage lang der Luft ausgesetzt, hat dieses Salz 1,87 Procent Wasser verloren, welches zeigt, dass es nicht hinreichend trocken war; diess führt auf die vorhergehende Zahl 58,5 zurück. Dasselbe Salz, welches 57,4 Procent Uranoxyd gegeben hatte, verlor 11,76 Procent Wasser beim Trocknen in einer Temperatur von 130°. Es enthält daher 65,0 Proc. gelbes Salz.

- V. Angewandtes Salz 1,456  
 olivenfarbenes Oxyd 0,838 = 58,6 gelbes Oxyd.

Weinsaures Uranoxyd, im leeren Raume getrocknet bis das Gewicht unveränderlich wurde:

- VI. Angewandtes Salz 2,858  
 olivenfarbenes Oxyd 1,835 = 65,2 gelbes Oxyd.  
 Angewandtes Salz 1,534  
 Wasser 0,205 = 1,5 Wasserstoff.  
 Kohlensäure 0,608 = 10,8 Kohlenstoff.

- VII. Ein anderes Salz, wovon die eine Menge sich während des Abdampfens, die andere beim Erkalten ausgeschieden hatte:

- Angewandtes Salz 1,360  
 olivenfarbenes Oxyd 0,833 = 62,4 Uranoxyd.

1,330 desselben Salzes verloren in einem Bade von 140° 0,059 Wasser oder 4,44 Procent. Mit dieser Correction enthielt das Salz 65,1 gelbes Oxyd. Dasselbe wiederum 4 Stunden lang dem Bade von 140° ausgesetzt, hatte nichts verloren.

- Angewandtes Salz 2,411  
 Wasser 0,284 = 1,4 Wasserstoff.  
 Kohlensäure 0,902 = 10,9 Kohlenstoff.

- VIII. Weinsaures Salz, welches sich in der Hitze ausgeschieden hatte; die Krystallkruste wurde unmittelbar angewandt und an der Luft getrocknet:

- Angewandtes Salz 1,640  
 olivenfarbenes Oxyd 1,045 = 64,9 gelbes Oxyd.

Dasselbe auf 150° im Oelbade in einem trocknen Luftstrome erhitzt:

- Angewandtes Salz 1,994  
 Verlust 0,021 = 1,05 Procent.

Dieser Verlust führt auf die obige Quantität von 65,6 Proc. Uranoxyd.

Die obigen Analysen wurden nach anderen und noch zahlreicheren gemacht, welche für die Quantitäten von Uranoxyd, Kohlenstoff und Wasserstoff Zahlen lieferten, die innerhalb der in den angegebenen Resultaten erhaltenen Grenzen schwankten. Es ist mir jetzt vollkommen klar, dass ich Gemenge von wasser-

freiem Salze und wasserhaltigem studirte, indem ich von vorn herein den nicht häufig vorkommenden Umstand, dass ein Salz verschiedene Mengen Krystallwasser enthalten kann, je nachdem es aus heisser oder kalter Lösung krystallisirt, nicht beachtete.

Die Zusammensetzung des in der Kälte krystallisirten Salzes ist:

$C_8$	=	600,0	10,9
$H_{12}$	=	150,0	1,3
$O_{18}$	=	1800,0	22,2
$2 U_2 O_3$	=	3600,0	65,6
		<hr/>	<hr/>
		6150,0.	100,0.

Das weinsaure Salz, welches aus heissen Flüssigkeiten krystallisirt, oder welches durch Trocknen des vorhergehenden Salzes entsteht, gleichgültig ob im leeren Raume oder im Bade von  $150^\circ$ , führt zu der Formel:

$C_8$	=	600,0	10,9
$H_6$	=	75,0	1,3
$O_{12}$	=	1200,0	22,2
$2 U_2 O_3$	=	3600,0	65,6
		<hr/>	<hr/>
		5475,0	100,0.

Das wasserhaltige Salz, welches 10,9 Procent Wasser oder 6 Atome verliert, giebt die Zusammensetzung des zweiten weinsauren Salzes.

Die vorigen Berechnungen stimmen so gut wie möglich mit den Versuchen. Indem das bei gewöhnlicher Temperatur krystallisirte Salz  $C_8 H_6 O_{12}, 2 (U_2 O_2) O, 2 H O$  ist, wird das trockne oder das, welches aus heisser Lösung krystallisirt,  $= C_8 H_6 O_{12}, 2 (U_2 O_2) O$ .

Es war unmöglich, aus diesem Salze noch mehr Wasser auszutreiben, selbst bei  $200^\circ$ , wobei es durchaus keine Veränderung erleidet.

Diese Analysen zeigen, dass das weinsaure Uranoxyd seiner Zusammensetzung nach in die Reihe der gewöhnlichen weinsauren Salze gehört, wenn man zulässt, dass das Uranoxyd sich wie ein Oxyd mit 1 At. Sauerstoff verhalte. Es entspricht dem neutralen weinsauren Kali und dem Weinstein.

**Weinsaures Uranyloxyd- und Antimonoxyd-Doppelsalz.**

Die in jeder Hinsicht merkwürdigste Verbindung, welche ich erhielt und welche die besondere Abweichung des Uranoxyds darlegt, ist die, welche ich durch Zusammenbringen von salpetersaurem Uranoxyd und gewöhnlichem Brechweinstein hervorbrachte.

Vermischt man die kalten Lösungen dieser beiden Salze, so erhält man einen gallertartigen Niederschlag von hellgelber Farbe, in heissem Wasser löslich. Plötzliches Abkühlen derselben Flüssigkeit, die ihn gelöst hat, bringt ihn wieder als opalisirenden Niederschlag hervor. Dieser aber verwandelt sich nach Verlauf einiger Zeit in eine seidenglänzende und strahlig-krystallinische Masse. Wenn das Erkalten langsam stattfindet, durch Darstellung einer grossen Quantität des Salzes, so setzen sich die Krystalle an den Wänden des Gefässes, welches die heisse Lösung aufnahm, ab.

Zwei heisse Lösungen, die eine von 3 Theilen Brechweinstein, die andere von 1 Theile salpetersaurem Uranoxyd, lieferten bei ihrer Mischung eine reichliche Menge derselben Verbindung.

Das Salz ist so wenig in Wasser löslich, dass seine heisse Lösung, welche schön gelb ist, beim Erkalten fast farblos wird, indem sie eine fast vollständige Ausscheidung des Salzes dadurch anzeigt. Man kann es daher durch wiederholtes Waschen mit kaltem Wasser reinigen.

Zersetzt durch eine solche Hitze und in Gefässen, welche den freien Zutritt der Luft nicht gestatten, wird das Salz braun und verbreitet einen starken Geruch, wie Caramel; ist die Temperatur bis zur anfangenden Rothglühhitze gestiegen und so lange beibehalten, bis sich kein Gas mehr entwickelt, so bleibt eine schwarze Substanz, bestehend aus Kohle, Uranoxydul und metallischem Antimon; lässt man dieses Product völlig erkalten, so verbrennt es mit einem ausnehmenden Glanz, wenn man es wieder an die Luft bringt. Es schien mir nicht unmöglich, ungeachtet der Ansicht derjenigen Chemiker, welche in dem Uranoxydul nichts weiter als eine gewöhnliche Basis erkennen wollen, dass sich hier eine Verbindung von diesem Oxydul und metallischem Antimon gebildet habe.

Diese Frage werde ich aufklären.

Die angestellten Analysen waren mit dem Salze sehr zahlreicher Darstellungen ausgeführt; diese Salze enthielten kein Kali. Einige dieser Analysen gaben geringe Unsicherheiten, welche darin begründet sind, dass dieses Salz efflorescirt und dass es seiner Vertheilung wegen nicht gestattet, leicht den Augenblick, wo es trocken ist und nicht bereits zu effloresciren angefangen hat, zu erkennen.

Ich habe ausgemittelt:

1) Die Wassermenge, welche das Salz im leeren Raume bei gewöhnlicher Temperatur verliert.

2) Seine Elementarzusammensetzung im krystallisirten Zustande.

3) Seine Elementarzusammensetzung, nachdem es im leeren Raume vom Krystallwasser befreit war.

4) Den ganzen Wasserverlust, den das Salz erleidet, wenn man es auf  $200^{\circ}$  erhitzt.

5) Die Wassermenge, welche das im leeren Raume getrocknete Salz bei derselben Temperatur verliert.

6) Die Elementarzusammensetzung, nachdem es alles Wasser, was es bei  $200^{\circ}$  verlieren kann, abgegeben hatte.

I. 1,579 des Salzes A., an der Luft getrocknet, verloren im trocknen leeren Raume 0,416 Wasser oder erlitten 11,7 Wasserverlust.

6,330 des Salzes B. (anderer Darstellung), an der Luft getrocknet, verloren im trocknen und leeren Raume 0,752 oder 11,7 Procent.

13,832 des Salzes C. verloren im trocknen leeren Raume 1,645 oder 11,89 Proc.

II. 2,081 des Salzes A. gaben 0,460 Wasser = 2,45 Wasserstoff und 0,736 Kohlensäure oder 9,64 Kohlenstoff.

2,339 desselben Salzes gaben 0,820 Schwefelantimon = 30,3 Antimonoxyd.

2,625 desselben Salzes gaben 0,730 grünes Oxyd = 28,3 Uranoxyd.

III. 3,387 des Salzes D., drei Tage lang im trocknen leeren Raume ausgetrocknet, gaben 0,417 Wasser = 1,3 Wasserstoff; 1,369 Kohlensäure = 11,0 Kohlenstoff.

2,737 desselben Salzes gaben 1,070 Schwefelantimon = 33,7 Antimonoxyd.

1,747 desselben Salzes gaben 0,553 olivenfarbenes Oxyd = 32,2 gelbes Uranoxyd.

IV. 4,637 des Salzes *B.*, an der Luft getrocknet und bis auf 200° im trocknen Luftstrome in einem Oelbade erhitzt, verloren 0,890 Wasser = 19,1 Proc.

Um zu sehen, ob dieses bei so hoher Temperatur getrocknete Salz noch Weinsäure enthalte, wurde es durch Einfach-Schwefelkalium zersetzt. Die hieraus erhaltene Lösung des Kalisalzes gab bei Zusatz von einigen Tropfen Salzsäure einen reichlichen Niederschlag von Weinstein.

6,112 des lufttrocknen Salzes verloren bei 200° 1,148 oder 18,78 Procent.

7,373 des lufttrocknen Salzes verloren bei 200° 1,377 oder 18,6 Procent.

Es wurde nun bis auf 210° erhitzt, ohne Vermehrung des Wasserverlustes. Ein schwacher Geruch nach Caramel zeigte eine anfangende Veränderung an.

V. 11,111 des Salzes *B.*, welche schon 11,7 Procent Wasser im trocknen leeren Raume verloren hatten, lieferten bei 200° einen neuen Verlust von 0,882 oder 7,9 Procenten.

14,794 des Salzes *C.*, vorher im leeren Raume getrocknet, verloren bei 215° 1,190 Wasser oder 8,0 Procent.

Das Austrocknen geschah in einem Oelbade mit Hülfe eines Stromes von trockner Kohlensäure. Es war ein schwacher Geruch nach Caramel bemerkbar.

Indem ein Theil dieses Salzes, welches bereits 8 Procent Wasser verloren hatte, auf 242° erhitzt wurde, entwickelte sich deutlicher Geruch nach Caramel, das Salz wurde braun und hatte noch 2 Proc. Wasser verloren; bis auf 270° erhitzt, wurde seine Farbe unter fortwährendem Wasserverluste noch mehr braun; das rückständige Salz enthielt noch Wasserstoff, denn es lieferte noch Wasser beim Glühen im Glasrohr. Man kann also nicht allen Wasserstoff als Wasser austreiben.

VI. 3,258 des Salzes *C.* hatten 11,0 Procent Wasser bei gewöhnlicher Temperatur im leeren Raume verloren, und 8,0 Proc. des schon im leeren Raume getrockneten Salzes beim Behandeln

bei 200°, und gaben 0,202 Wasser = 0,68 Wasserstoff; 1,3 Kohlensäure = 11,63 Kohlenstoff.

2,690 eines andern Salzes (welches 18,78 Procent Wasser bei 200° verloren hatte) gaben 0,178 Wasser = 0,72 Wasserstoff; 1,133 Kohlensäure = 11,48 Kohlenstoff.

Aus diesen Zahlen gehen die folgenden Formeln hervor.

Das Salz an der Luft getrocknet und nicht efflorescirt:

		Berechnet.	Gefunden.
$C_8$	= 600,0	9,4	9,6
$H_{13}$	= 162,5	2,5	2,4
$O_{19}$	= 1900,0	30,0	31,4
$U_2 O_3$	= 1800,0	28,2	28,3
$Sb_2 O_3$	= 1912,0	29,9	30,3
	6374,5	100,0	100,0.

Das efflorescirte oder im leeren Raume getrocknete Salz:

		Berechnet.	Gefunden.
$C_8$	= 600,0	10,7	11,0
$H_6$	= 75,0	1,3	1,3
$O_{12}$	= 1200,0	21,6	21,7
$U_2 O_3$	= 1800,0	32,2	32,3
$Sb_2 O_3$	= 1912,0	34,2	33,7
	5587,0	100,0	100,0.

Und für das bei 200° getrocknete Salz:

		Berechnet.	Gefunden.	
			I.	II.
$C_8$	= 600,0	11,67	11,63	11,48
$H_2$	= 25,0	0,48	0,68	0,72
$O_8$	= 800,0	87,85	87,69	87,80
$U_2 O_3$	= 1800,0			
$Sb_2 O_3$	= 1912,0			
	5137,0	100,00	100,00	100,00.

Dieses letztere Salz enthält mithin die Weinsäure in demselben Zustande als der Brechweinstein, welcher nach Dumas u. Piria nach dem Trocknen bei 200° die folgende Zusammensetzung hat:



Und man muss zugestehen, dass das Uranoxyd  $U_2O_3$  in demigen Salze die Rolle des Kali's vertritt.

Ich kann nicht erwarten, einen bessern Beweis für die Annahme der Rolle, welche ich diesem Oxyde zuerkannt habe, aufzufinden, oder wenigstens für die merkwürdige Ausnahme von der Regel der Sättigungscapacität bei den Oxyden.

Es ist leicht einzusehen, dass alle Formeln, welche vorhergehen, genau mit den Angaben stimmen. Das im leeren Raume krystallisirte Salz, welches alles Wasser der krystallisirten Weinsäure  $C_8H_6O_{12}$  enthält, muss der Rechnung nach 8,0 Procent Wasser verlieren, wenn man es bei  $200^\circ$  trocknet. Der Versuch gab 7,9 und 8,0.

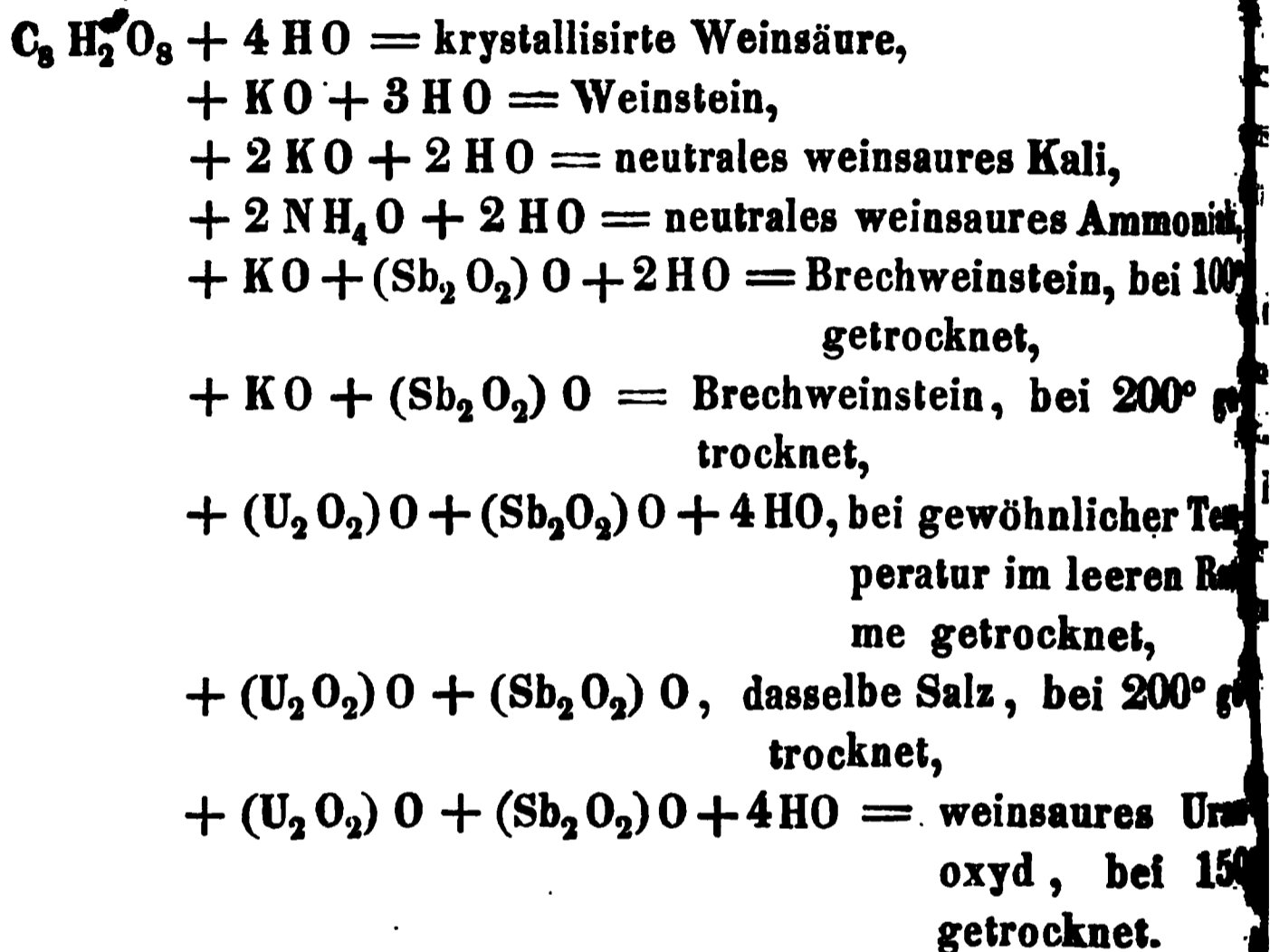
Stellt man das krystallisirte und nicht efflorescirte Salz durch die Formel:  $C_8H_2O_8, U_2O_3, Sb_2O_3, 4HO + 7HO$  dar, so geben die 7 Atome Wasser, welche es beim Trocknen im leeren Raume verliert, der Rechnung nach einen Verlust von 12,3 Proc., der Versuch gab 11,7 und 11,9. Die kleine Abweichung darüber rührt daher, dass das Salz während der Zeit, die man zum Trocknen an der Luft für nöthig hält, schon etwas efflorescirt.

Endlich muss dieses nicht efflorescirte Salz, auf  $200^\circ$  erhitzt, wenn es alles Wasser oder 11 Atome verliert, einen Verlust von 19,3 Procenten geben. Der Versuch gab 19,1, 18,73 und 18,6, welche Zahlen um so mehr mit der Rechnung stimmen, je mehr das Salz schon ein wenig efflorescirt war.

Die Uebereinstimmung dieser Resultate lässt nichts zu wünschen übrig. Es scheint mir ausserdem, dass die Folgerungen, man daran knüpfen kann, es erlauben, ihnen eine allgemeine Interpretation zu geben, indem wir annehmen, dass ein Oxyd mit 3 At. Sauerstoff, welches neutrale Salze bildet, indem es sich mit 1 At. Säure verbindet, nicht eine so grosse Ausnahme bildet, dass man dasselbe nicht voraussetzen dürfe. Lässt man B. zu, dass das Antimonoxyd diese Eigenschaft mit dem Uranoxyd theilt, so befindet man sich im Bereiche der Thatfachen und lässt die Schwierigkeiten, welche sich herausstellen, wenn man diese Verbindungen als basische betrachtet, verschwinden, weil sie neutral und sogar sauer auf Reagenzpapiere wirken und die vorzüglichsten Eigenschaften der ausgemacht neutralen Salze besitzen. Man gelangt hierdurch dahin, die Analyse des Brechweinsteins mit seinen Charakteren in Einklang zu bringen und

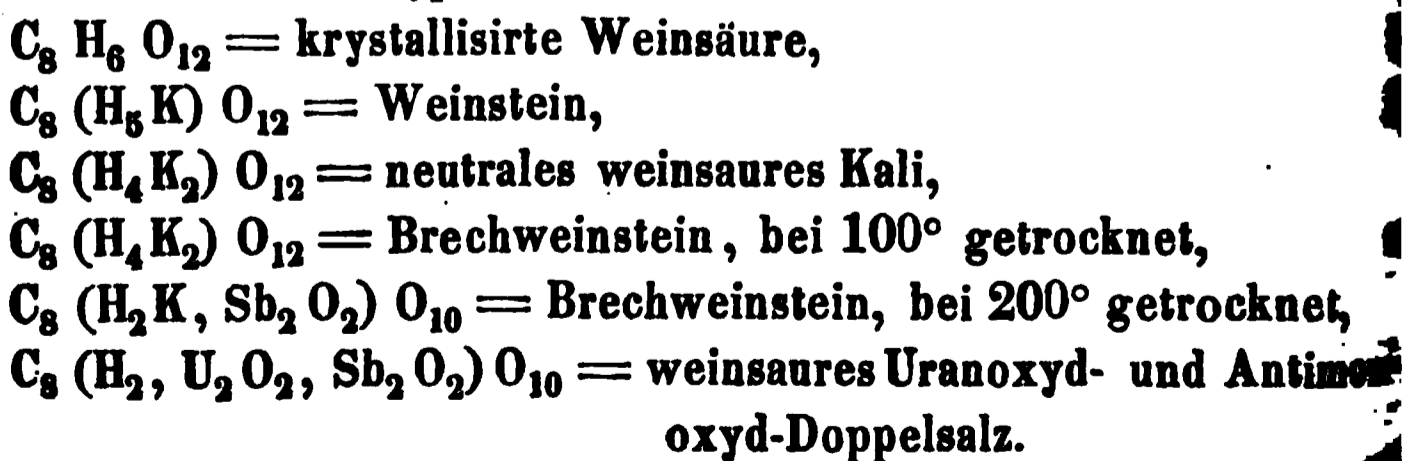
eine Frage zu lösen, welche die geistreichsten Chemiker unterschieden gelassen haben. Die weinsauren Salze bekommen eine unerwartete Einfachheit, indem der Brechweinstein eine Zusammensetzung wird, welche dem neutralen weinsauren Kali mit dem Weinstein entspricht.

So hat man, die Weinsäure als zweibasisch betrachtet, die folgende Reihe:



Dieselbe Einfachheit stellt sich heraus, wenn man den Brechweinstein als ein Doppelsalz betrachtet, wie man es vor einigen Jahren that, oder vielmehr, wenn man zulässt, dass der Wasserstoff in den Säuren und organischen Körpern ersetzt sein kann durch Metalle oder andere zusammengesetzte Radicale.

Nach dieser Hypothese würde man haben:

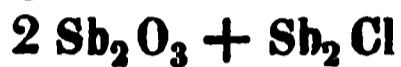


Man sieht mithin, dass  $\text{Sb}_2 \text{O}_2$  und  $\text{U}_2 \text{O}_2$  in diesen Form 1 Aeq. Kali ersetzen. Die Art, das Antimonoxyd und Uranox-

achten, ist die einzige, welche es gestattet, die so umfassenden Ideen von Davy und Dulong anzuwenden, was gewiss ein starker Beweis zu ihren Gunsten ist.

Die anderen Verbindungen des Antimonoxys erklären sich leicht nach derselben Hypothese.

Wenn man in der That dieses zusammengesetzte Radical, welches man noch nicht isolirt hat und das man vielleicht einmal isoliren wird, annimmt, erhält man für die Zusammensetzung des Algarothpulvers, dessen Zusammensetzung nach Berzelius und Malaguti



Formel:  $(\text{Sb}_2\text{O}_2) \text{Cl}$ ,

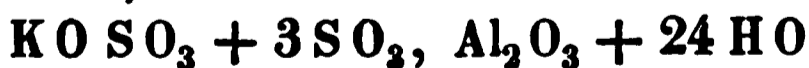
das Antimonylchlorür dem Uranylchlorür  $(\text{U}_2\text{O}_2) \text{Cl}$  ent-

steht möglich, dass die Verschiedenheiten des Kermes von einer Schwefelverbindung  $(\text{Sb}_2\text{S}_2) \text{S}$  abzuleiten sind, welche dem Pulver entspricht. Man kann so einige Resultate erklären, welche man durch die Analyse erhielt.

Es existirt ein drittes Oxyd, das Wismuthoxyd, welches dem Uranoxyd zu verhalten scheint.

Wenn man nämlich, wie dieses seit Kurzem geschehen, das Wismuthoxyd durch  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  darstellt, so ist das neutrale salpetersaure Wismuthoxyd  $\text{Bi}_2\text{O}_3 \cdot \text{N O}_5, 3 \text{H O}$ . Es ist sehr wahrscheinlich, dass ein genaues Studium dieses Oxyds neue Beweise zu Gunsten der Theorie liefern werde.

Wenn man kurz zusammen zu stellen, so unterscheiden sich das Uranoxyd, Antimonoxyd und Wismuthoxyd von andern Oxyden durch das At. Sauerstoff, von der Thonerde, Chromoxyd und Eisenoxyd hauptlich durch die Eigenschaft, mit einem einzigen Atom Sauerstoff ein neutrales Salz zu bilden. Dieser Unterschied gilt auch von den Doppelsalzen, und während der Kalialaun



ist das schwefelsaure Uranoxyd-Kali



Wenn man nun auch immerhin diese Thatsachen, die nicht bestreiten sind, auslegen möge, so lassen sie unsere bisherigen Regeln für die Zusammensetzung der Salze im Stiche, und bestehe auf der Annahme, dass diese Gesetze nicht mehr

so unangefochten stehen bleiben können, und dass man die Existenz oxydirter Radicale, wie ich sie in dieser Arbeit vorgeschlagen habe, zulassen müsse.

## XVIII.

### Untersuchung über eine neue Classe von Salzen.

Von

**Edm. Frémy.**

(*Journ. de Pharm. et de Chim. III. Série. 3. Année. Novbr. 1844.*)

Pelouze lehrte in seiner Abhandlung über die Nitrosulphate die Zusammensetzung und die Eigenschaften der Salze kennen, welche durch Absorption des Stickoxydgases durch die schwefligsauren Salze entstehen.

Die Einwirkung der salpetrigen Säure und der Untersalpetersäure auf die schwefligsauren Salze ist dagegen bisher nicht Gegenstand des Studiums gewesen; die vorliegende Arbeit behandelt denselben, sie enthält die Hauptcharaktere der Körper, welche ich entdeckt habe, und lässt sie, so weit sie theoretisch wichtig sind, in ihrer Bedeutung erkennen.

Lässt man in eine concentrirte Kalilösung schweflige Säure und salpetrige Säure treten, so zersetzen sich diese beiden Säuren nicht, wie man glauben könnte, unter Bildung eines schwefelsauren Salzes und Stickoxydgas, sondern sie treten vielmehr zu einer neuen Säure zusammen, welche als Elemente schweflige Säure, salpetrige Säure und Wasser enthält und mithin aus Schwefel, Sauerstoff, Stickstoff und Wasserstoff zusammengesetzt ist.

Ich nenne diese Säure *Sulphammonsäure*, um zugleich an ihre Zusammensetzung und Zersetzungsweise in Schwefelsäure und Ammoniak, welche diese Säure am meisten charakterisirt, zu erinnern.

Die sulphammonsäuren Salze kann man auf folgende Weise erhalten:

Die mit alkalischer Basis entstehen, wenn man in eine Lösung derselben schweflige Säure und salpetrige Säure treten lässt,

aus Stärke und Salpetersäure entwickelt. Untersalpeter-  
irkt, auf diese Weise angewandt, eben so.

beste Darstellungsweise dieser Verbindung besteht in-  
larin, dass man in die zuvor alkalisch gemachte Auflösung  
lpetrigsauren Salzes schweflige Säure leitet.

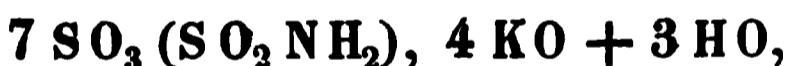
wenige Salze kann man leichter als diese darstellen, in  
Stunden kann man sich mehrere hundert Grammen des  
monsauren Kali's oder Ammoniaks verschaffen.

### *Sulphammonsaires Kali.*

st man einen Strom von schwefligsaurem Gase in eine  
ig von salpetrigsaurem Kali treten, so trübt sich die  
eit bald und es scheiden sich lange seidenartige Nadeln  
hammonsaurer Kali ab, welche in kalihaltendem Wasser  
öslich sind. Auch kann man dasselbe Salz durch Wech-  
tzung erhalten, indem man sulphammonsaires Ammoniak  
m Kalisalze behandelt.

sulphammonsaurer Kali ist weiss, wenig in Wasser lös-  
i gewöhnlicher Temperatur zu  $\frac{1}{50}$ . Es hat keine Wir-  
f Pflanzenfarben, keinen Geschmack und keine Eigen-  
mit den Säuren des Schwefels und des Stickstoffes

folgende Formel, welche dem Salze entspricht, macht  
rzüglichsten Reactionen verständlich:



druck, welcher als die Verbindung von Schwefelsäure  
hamid erscheint.

ge Chemiker lassen die Ansicht zu, dass die Verbindung  
, sich mit Schwefelsäure verbinden und zusammengesetz-  
ren bilden könne. Die Sulphammonsäure gehört nun in  
ie Classe von Säuren, auf welche Persoz und Laurent  
gs aufmerksam gemacht haben.

ist nun leicht einzusehen, was für eine Zersetzung Was-  
dem sulphammonsaurer Kali veranlassen müsse; denn  
ennt leicht, dass die Elemente von Wasser genügend sind,  
s schwefelsaurer Kali und schwefelsaurer Ammoniak zu

o Umsetzung ist der hervorstechendste Charakter dieser  
alze. Lässt man sulphammonsaires Kali nur einige Se-

cunden mit Wasser sieden, so nimmt die vorher neutrale Flüssigkeit sogleich eine saure Reaction an und enthält nun saures schwefelsaures Kali und schwefelsaures Ammoniak.

Wie sich das Salz zu kaltem Wasser verhält, werde ich ter unten zeigen; trocken erhält es sich eine Zeit lang, aber der Zeit verwandelt es sich in schwefelsaures und Ammoniak.

Die krystallisirte Säure, zum Rothglühen erhitzt, giebt selben Producte als schwefelsaures Ammoniak und zwei schwefelsaures Kali.

### *Sulphammonsäures Ammoniak.*

Die Analyse dieses Salzes stellt die Zusammensetzung Kalisalzes fest. Das sulphammonsäure Ammoniak hat die Formel



Es ist weiss, viel leichter als das Kalisalz in Wasser löslich; es zersetzt sich unter denselben Umständen wie das sulphammonsäure Kali in saures schwefelsaures Salz. Ein Ueberschuss Ammoniak giebt demselben mehr Festigkeit.

Es kann dazu dienen, das Kalisalz durch Wechselzersehung zu erzeugen, welches sich in diesem Falle in langen perlmutt glänzenden Nadeln niederschlägt.

Sulphammonsäuren Baryt, Kalk und Strontian kann man durch Wechselzersehung erhalten; sie sind sehr schwer löslich und fallen als krystallinisches Pulver nieder. Es ist schwer, sie zu trocknen, denn es ereignet sich oft, dass sie sich in schwefelsaures Salz, schwefelsaures Ammoniak und freie Schwefelsäure zersetzen. Es scheint, dass das Natronsalz sich nicht leicht erhält.

Sulphammonsäures Bleioxyd erhält man durch Wechselzersehung bei Anwendung eines geringen Ueberschusses an Ammoniak.

Die übrigen Sulphammonate sind in Wasser löslich.

### *Sulphammonsäure.*

Man kann diese Säure isoliren, indem man sulphammonsäuren Baryt oder sulphammonsäures Bleioxyd mit verdünnter Schwefelsäure behandelt. Auf solche Weise erhält man eine in Wasser lösliche Säure, welche einen sehr sauren Geschmack und saure Reaction besitzt, und welche, mit Basen zusammengebracht,

ammonsaurer Salze reproducirt. Sie verwandelt sich in kaltem Wasser sehr schnell in schwefelsaures Ammoniak und Schwefelsäure.

*Neue Salze, welche durch Einwirkung von Wasser auf sulphammonsaurer Salze entstehen.*

Ich habe oben bemerkt, dass die sulphammonsaurer Salze, wenn sie mit Wasser gekocht werden, schwefelsaures Salz und Ammoniak geben. Bevor sie indessen diese Grenze erreichen, durchlaufen sie verschiedene Bildungsreihen neuer Salze, deren Zusammensetzung und Eigenschaften ich noch anzugeben habe.

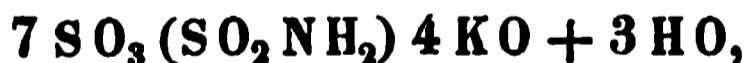
Lässt man ein sulphammonsaurer Salz einige Stunden mit kaltem Wasser in Berührung, so tritt saure Reaction ein, die Lösung enthält ein Bisulphat und es setzt sich ein neues Salz ab, welches die grösste Analogie hat mit den Sulphammonaten; ich nenne diese neue Classe von Salzen *Sulphamidate*.

#### *Kalisulphamidat.*

Ueberlässt man sulphammonsaurer Kali einige Stunden hindurch sich selbst, oder besser, behandelt man dasselbe Salz mit Wasser von 60 — 70°, so erhält man fast augenblicklich schöne Krystallblätter des Salzes. Die Mutterlauge ist sehr sauer und behält zweifach-schwefelsaures Kali in Auflösung. Die Formel dieses Salzes ist:



Verglichen mit der folgenden:



welche das sulphammonsaurer Salz darstellt, zeigt sie, dass sich diese beiden Salze nur durch 1 At. saures schwefelsaures Kali unterscheiden.

Das Kalisulphamidat ist weiss, wenig in Wasser löslich, welches nur  $\frac{1}{80}$  davon bei gewöhnlicher Temperatur auflöst. Es hat einige Charaktere mit dem sulphammonsaurer Kali gemein. Es zersetzt sich, auf dieselbe Weise mit heissem Wasser behandelt, in saures schwefelsaures Kali und schwefelsaures Ammoniak.

Das Salz enthält kein Krystallwasser und kann sich deshalb unverändert erhalten; beim Erhitzen bis zum Rothglühen zersetzt

es sich unter Entwicklung von schwefliger Säure, Ammon und Schwefel.

Eben so bereitet man das *Ammoniaksulphamidat*, indem man sulphammonsäures Ammoniak einige Stunden mit kaltem Wasser in Berührung lässt. Dieses Salz ist sehr leicht löslich und kann als ein Reagens auf Kali benutzt werden, indem es aus Kalisalz die vorige, wenig lösliche Verbindung niederschlägt.

Die Sulphamidate des Baryts, Kalkes und des Strontians hält man durch Wechselersetzung; sie sind im Allgemeinen constanter als die sulphammonsäuren Salze.

Man sieht hieraus, dass die salpetrige Säure und die Unsalpetersäure eine ganz besondere Wirkung auf die schwefligen Salze ausüben, die von der übrigen Oxydationsstufe des Stickstoffes ganz verschieden ist. Denn die Salpetersäure wandelt die schwefligsauren Salze in schwefelsäure und entwickelt daraus rothes Gas.

Das Stickoxydgas wird unversehrt von den schwefligsauren Salzen absorbirt und giebt Veranlassung zu den Nitrosulphamiden, während die salpetrige und Untersalpeter-Säure eigenthümliche Säuren bilden, welche Schwefel, Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff enthalten und mit Wasser Schwefelsäure und Ammoniak bilden. Diese Verbindungen haben Vieles gemein mit denjenigen Körpern, welche bei Einwirkung von Ammoniak auf wasserfreie Schwefelsäure entstehen und welche mit so grosser Sorgfalt H. Rose und Jacquelin untersucht wurden.

Die merkwürdige Bildung von Ammoniak, bei Einwirkung von salpetriger Säure auf schwefligsaure Salze, lässt sich leicht an frühere Beobachtungen anknüpfen.

Man weiss ja, dass bei Einwirkung von Salpetersäure manche Metalle und organische Stoffe Ammoniak gebildet werden. Eben so erinnere ich an die Beobachtung von Pélouze und Boudet, wonach sich beim Festwerden mancher Oele durch salpetrige Säure ein Körper bildet, welcher mit den Amiden viele Eigenschaften theilt.

Ich werde den Gegenstand dieser Abhandlung noch einerfassenderen Untersuchung unterwerfen, um die Art und Weise

**κ Einwirkung der salpetrigen Säure und Untersalpetersäure auf verschiedene Körper auszumitteln, und dieselbe in meiner nächsten Abhandlung bekannt machen.**

## XIX.

# **Beschreibung des Natterer'schen Apparates zur Herstellung der Kohlensäure und des Stickstoff- oxyduls im flüssigen und festen Zustande.**

**Mit einer Kupfertafel.**

Die Leser kennen bereits aus einer im XXXI. Bande, S. 375 J. gegebenen Nachricht die Erfindung des Hrn. J. Natterer Wien, die Kohlensäure, so wie das Stickstoffoxydul mittelst einer Compressionspumpe tropfbar-flüssig darzustellen. Wir eilen in Folgendem eine Beschreibung und Abbildung des Apparates mit, wie derselbe von Hrn. Mechanikus Krafft in Wien ausgeführt wird, und fügen der Beschreibung einen Abdruck der Gebrauchs-Anweisung des Apparates bei.

**Taf. I.** *A* ist eine Röhre, auf der einen Seite mit einer Schraube versehen, deren conisches Ende in die Oeffnung *b* des Ampenstiefels *B* luftdicht eingepasst ist und mittelst der Mutter, die sich in dem Ringe *A'* befindet, fest angezogen wird; das andere Ende von *A* ist mit Kerben versehen, um einen Schlauch befestigen zu können, der mit einem Behälter, worin sich das comprimirende Gas befindet, verbunden ist; die Oeffnung von *b* beträgt im Durchmesser ungefähr 2 Par. Lin.

***B*** ist der Pumpenstiefel, ein eisernes Rohr, 20 Zoll lang, dessen Oeffnung, 6 Linien im Durchmesser, genau ausgeschliffen; die äussere Stärke der untern Hälfte ist 9—10'', die der obern 2—13''; in der Mitte hat er eine Schraube, wodurch er mit der Mutter ***B'*** am Gestelle befestigt ist.

Im Innern des Stiefels befindet sich der Kolben *C*, bestehend aus einer Kappe von Juchten-Kernleder, die auf der Kolbenstange *D*, zwischen der Scheibe *c* und der Mutter *c'*, befestigt ist. *E* ist eine Stopfhüchse und dient dazu, den Behälter beim Auf- und

Niedergehen des Kolbens von der äussern Luft abzusperren; die Kolbenstange muss deshalb gut abgedreht und geschliffen sein.

Durch Umdrehen des Krummzapfens  $G'$ , dessen Bewegung durch den Schlitten  $F$  in eine geradlinige fortgepflanzt wird, wird das Auf- und Niedergehen des Kolbens bewirkt, und zwar so, dass er am höchsten Punkte mit dem Stiefel abschneidet, und beim niedrigsten ungefähr 1 Zoll unter der Oeffnung  $b$  sich befindet.

$G$  ist ein Gefäss von Schmiedeeisen, unten mit einem sich nach innen öffnenden Ventile, oben mit einem Hahne versehen; es ist 1 Fuss hoch, im grossen Durchmesser 4, im kleinen 2 Zoll; die Blechstärke ist 2—3 Linien. Das Ventil ist kugelförmig und besteht aus Scheiben von gutem Leder; der Hahn  $g$  besteht aus einem in das Gefäss fest eingeschraubten Stück, worin sich eine Schraube, unten mit einem Conus versehen, befindet, der gut eingeschliffen ist. Das Röhrchen  $g'$  dient nun dazu, die Luft ausströmen zu lassen; die Oeffnung beträgt die Stärke eines Pferdehaares; das Aeussere von  $g'$  passt in das Röhrchen  $l$ , welches sich am Gefässe  $L$  befindet.

$L$  ist ein aus 2 halbkugelförmigen Theilen bestehendes Gefäss von dünnem Messing, welche zusammengesteckt und durch 2 Bügel  $l'$  zusammengehalten werden; am Boden derselben befinden sich kleine Löcher.  $m$  ist eine Feder, auf welche das Gas zunächst strömt, um den Druck auf die Seitenwände unschädlich zu machen.

$H$  ist ein kupferner Behälter für Wasser oder Eis, um den obern Theil des Stiefels und den Recipienten abzukühlen. ;

## Gebrauchs-Anweisung des Apparates.

### *Darstellung der flüssigen Kohlensäure.*

Ist der Compressions-Apparat zusammengestellt, so wird der Kautschuk-Schlauch an die Saugröhre fest angebunden und über diesen Bund noch ein Kautschuk-Streifen gewunden. Das andere Ende des Schlauches wird an einer Chlorcalcium-Röhre befestigt, welche wieder mittelst eines kurzen Kautschuk-Rohres mit dem Gasometer in luftdichte Verbindung zu setzen ist; eben so ist auch die Zuströmungs-Röhre zum Gasometer mittelst einer 8—10 Zoll langen Kautschuk-Röhre mit einer geräumigen dreihälsi-

gen Woulf'schen Flasche in Verbindung zu setzen. An einem Halse wird die Kautschuk-Röhre angebracht, um die Flasche rütteln zu können, in dem zweiten ein Nachgusstrichter, dessen Oeffnung 2—3 Zoll vom Boden entfernt ist, und in dem dritten, weitesten, ein gekrümmter Heber, dessen kürzerer Schenkel fast bis an den Boden der Flasche reicht, welcher zum Ablassen der Glaubersalzlösung dient, durch welchen Hals, wenn die Soda grösstentheils gelöst ist, auch wieder Soda nachgegeben wird, jedoch mit der Vorsicht, bevor man den Kork wieder einsetzt, durch Zugiessen von Schwefelsäure die atmosphärische Luft aus der Flasche zu vertreiben.

Nun füllt man den dritten Theil der Flasche mit gröberen Stücken calcinirter Soda und giesst so viel laues Wasser zu, bis die Soda bedeckt ist. Man muss sich von der Luftdichthaltung sämtlicher Röhren wohl überzeugen, um nicht atmosphärische Luft mit zu comprimiren, weshalb man auch den Gasometer während des Comprimirens beschweren muss, um, im Falle dass eine Röhre nicht gut schliesst, lieber Kohlensäure zu verlieren, als atmosphärische Luft in den Apparat zu bekommen.

Nun wird der Recipient, dessen Gewicht man genau bestimmt hat, fest angeschraubt und das kupferne Gefäss zum Theil mit kaltem Wasser oder Eis und Wasser gefüllt. Man macht nun 20—30 Umdrehungen, worauf man diese Luft durch den geöffneten Hahn wieder entweichen lässt, um die in dem Recipienten enthaltene atmosphärische Luft zu vertreiben. Hierauf wird der Hahn wieder geschlossen und nun zu comprimiren begonnen, welches 1 bis  $1\frac{1}{2}$  Stunden Zeit erfordert, indem man nicht unausgesetzt fort pumpen kann, weil sich die Kolbenstange durch die Reibung in der Stopfbüchse erwärmt, weshalb man sie auch öfter beölen muss.

Sollte man während des Comprimirens eine bedeutende Abnahme des Geräusches, welches das Ventil beim Einströmen der Kohlensäure verursacht, wahrnehmen, so wäre diess ein Zeichen, dass das Kolbenleder nicht luftdicht hält, worauf man das Wasser im Kessel abfliessen lässt, den Recipienten abschraubt und 8—10 Tropfen reines Oel in den Stiefel tropft, dann den Recipienten wieder aufschraubt und nun mittelst des Rades das Oel in denselben hineindrückt, wodurch sowohl das Kolben- als auch das Ventilleder zum besseren Verschluss gebracht wird. Man wiederholt

dasselbe Verfahren, so oft 2—3 Cubikschuh Kohlensäure gepumpt sind, wobei man den Recipienten auch immer abwägt. Man pumpt so lange Kohlensäure fort, bis die Gewichtszunahme 450 Grammen beträgt. Es sind dann ungefähr  $\frac{2}{3}$  Theile des Recipienten mit flüssiger Kohlensäure erfüllt, welches man dadurch erkennt, dass man den nach aufwärts gekehrten Hahn so weit öffnet, dass man ein Ausströmen des Gases deutlich hört, worauf man den Recipienten so weit langsam neigt, bis das Geräusch sich deutlich verändert, welches ein Beweis ist, dass das Niveau der Flüssigkeit bis zur Ausströmungsöffnung gekommen ist und dieselbe durch die Flüssigkeit versperrt worden. Man kann daher, wenn man eine grössere Menge fester Kohlensäure benöthigen sollte, selbst noch 30 bis 40 Grammen mehr hinein pumpen, nur darf man den Recipienten an keinen wärmeren Ort bringen, weil die thermometrische Ausdehnung der flüssigen Kohlensäure sehr bedeutend ist.

Einen gefüllten Recipienten kann man Monate lang stehen lassen, ohne fürchten zu müssen, dass das Metall angegriffen werde, indem die Recipienten von Innen ganz mit Kupfer überzogen sind und selbst das Eisen nicht im geringsten von der Säure angegriffen wird.

### *Erzeugung der festen Kohlensäure.*

Wenn man die flüssige Kohlensäure in feste verwandeln will, so kühlt man den Recipienten früher in einer Kälte erzeugenden Mischung stark ab, indem man desto mehr feste Kohlensäure erhält, je besser der Recipient abgekühlt wurde.

Während nun Jemand das halbkugelförmige Gefäss, die beiden Halbkugeln fest gegen einander drückend, so hält, dass die beiden Handhaben und das Einströmungsröhrchen in horizontaler Lage sich befinden, öffnet ein Zweiter den Hahn durch 1—2 Umdrehungen der Schraube und lässt 4—5 Secunden lang einströmen. Der Recipient muss mit nach abwärts gerichtetem Hahn gehalten werden und das Ausströmungsröhrchen desselben in das Einströmungsrohr des Gefässes gepasst werden.

Würde man zu lange einströmen lassen, so würde ein Theil der festen Kohlensäure mechanisch mit herausgeschleudert werden.

Die feste Kohlensäure wird nun in eine dünnwandige Schale gegeben und zu den Abkühlungsversuchen mit 10—20 Tropfen

**Schwefeläther zu einem Brei angemacht.** Das Thermometer lässt man so machen, dass die Kugel nicht zu gross ist, um nicht zu viel Kohlensäure anwenden zu müssen, und dass die Scala nicht bis zur Kugel reicht, um die ganze Kugel mit Kohlensäure umgeben zu können. Will man Quecksilber gefrieren lassen, so giesse man nicht die ganze Masse Quecksilber auf einmal in die Schale, sondern immer nur 50 — 80 Grammen, bedecke die Oberfläche desselben ganz mit Kohlensäure und wende dann, wenn das ganze Quecksilber fest geworden, dasselbe, um es auch auf der unteren Seite stark abkühlen zu können, damit man es längere Zeit im besten Zustande zeigen kann.

Hört man nach 5 — 6maligem Ausströmen beim Oeffnen des Hahnes ein von dem früheren Geräusch verschiedenes, so ist diess ein Zeichen, dass keine flüssige Kohlensäure mehr vorhanden ist; man schliesse daher schnell den Hahn, wiege den Recipienten wieder ab und pumpe für einen zweiten Versuch die fehlende Gewichtsmenge Kohlensäure zu. Die luftige Kohlensäure, welche im Recipienten zurückbleibt, wiegt gewöhnlich 80 — 90 Grammen.

Wurde der Recipient 10 — 12 mal gefüllt, so ist es räthlich, dass man die Kohlensäure ausströmen lässt und das Ventil abschraubt, um den Recipienten und das Ventil vom Oele reinigen zu können, so wie es auch gut ist, dasselbe zu thun, wenn man den Recipienten monatelang unbenutzt liegen zu lassen gedenkt, indem sonst das Kupfer vom Oele angegriffen würde. Man hat sich auch von Zeit zu Zeit von der Luftdichthaltung der Stopfbüchse zu überzeugen, indem man im entgegengesetzten Falle neue Lederscheiben und Flachs einzulegen hätte.

### *Das Comprimiren des Stickstoffoxyduls.*

Man bereitet sich salpetersaures Ammoniak, indem man bei der Kohlensäure-Compression kohlensaures Ammoniak und Salpetersäure anwendet. Das salpetersaure Ammoniak muss jedoch ganz frei von Salmiak gemacht werden, indem sich bei der Erwärmung Chlor entwickeln würde, welches der Pumpe und deren Recipienten schaden würde.

Bei der Compression des Stickstoffoxyduls hat man jedoch die Vorsicht ja nicht ausser Acht zu lassen, dass man weder das Kolbenleder, noch das Ventil, noch das zwischen dem Recipienten und dem Stiefel befindliche Leder mit Oel, sondern immer blos

mit Wasser befeuchtet, indem es sonst geschehen könnte, dass nach Art des pneumatischen Feuerzeuges, durch die grosse Wärmefreiwerdung während des Comprimirens, das Oel sich entzündet und wegen der Menge des nur lose an den Stickstoff gebundenen Sauerstoffgases die Entzündung sich in das Innere des Recipienten fortpflanzen könnte und dadurch der Recipient zertrümmert würde.

Man reinigt daher den Recipienten und das Ventil früher wohl vom Oele, beledert die Kolbenstange neu, wie man auch ein neues, mit Wasser befeuchtetes Leder zwischen den Recipienten und den Stiefel einlegt.

Wird diese Vorsichtsmaassregel berücksichtigt, so ist nicht die mindeste Gefahr vorhanden. Man kann dieselbe Gewichtsmenge Stickstoffoxydul pumpen, wie bei der Kohlensäure. Die Ausströmungs-Oeffnung muss jedoch beim Stickstoffoxydul viel kleiner sein, weil sonst durch die Menge des sich bildenden Gases das flüssige Stickstoffoxydul mechanisch mit herausgerissen würde, weshalb man die zweite Spitze anzuschrauben hat.

Zu allen Abkühlungs-Versuchen dürfte flüssiges Stickstoffoxydul bei weitem vorzuziehen sein, indem es einerseits eine viel niedrigere Temperatur hat und es sich wegen seiner flüssigen Form viel besser hierzu eignet und andererseits viel länger anhält als das Gemenge von fester Kohlensäure mit Aether.

### Aufstellung des Apparates.

Bei einiger Geschicklichkeit oder mit Hülfe eines Maschinisten wird es leicht sein, die Compressions-Pumpe zusammen zu stellen, vom Staube und etwa vorhandenen Roste zu reinigen, die Bewegungen, Kolbenstange und Stiefel einzuölen und die betreffenden Schrauben so anzuziehen, dass die Pumpe einen ruhigen Gang hat. Vorzüglich hat man darauf zu sehen, dass die Stopfbüchse unten am Stiefel luftdicht schliesst, damit nicht beim Pumpen atmosphärische Luft eingesogen wird. Man bewerkstelligt diess dadurch, dass man dieselbe fest mit der Hand anschraubt, was auch während des Pumpens zuweilen zu geschehen hat. Sollte es nöthig werden, ein neues Leder auf die Kolbenstange zu befestigen, so schraube man die Stopfbüchse, so wie die Mutter,

mit welcher die Kolbenstange an die Führung der Pumpe befestigt ist, ab, nehme dieselbe aus dem Stiefel, verwechsle das alte Leder mit einer neuen Kappe und stecke die Kolbenstange unten in den Stiefel, jedoch so, dass sich keine Falten bilden, weshalb der Stiefel auch unten erweitert ausgedreht ist, schraube die Stopfbüchse wieder an und befestige die Kolbenstange wie früher an die Führung.

Die Befestigung des Saugrohres an den Stiefel ist, wenn es nöthig wäre dasselbe ab- und anzuschrauben, so vorzunehmen, dass die conische Schraube sich beim Anschrauben in das conische Loch des Stiefels genau einpasst.

Jeder Recipient ist auf 150 Atmosphären probirt, weshalb sie ohne alle Gefahr benutzt werden können, indem die Kohlensäure nur 40—50, das Stickstoffoxydul 50—60 Atmosphären zum Flüssigwerden erfordert.

---

## XX.

### Analyse eines brasilianischen Tellurwismuths.

Von

**A. Damour.**

(*Ann. de Chim. et de Phys.* III. Série. Mars 1845. Tom. XIII.)

Dieses Mineral kommt aus Brasilien und wurde von Herrn Claussen, Mitgliede des brasilianischen Instituts, nach Paris gebracht. Die Versuche, die in dieser Notiz beschrieben sind, wurden mit Bruchstücken eines Exemplares aus der Sammlung der *Ecole des mines* zu Paris angestellt, welche ich Hrn. Dufresnoy verdanke.

Das Mineral zeigt sich als glimmerartige Blättchen vom Glanze des polirten Stahles, etwas biegsam und sehr zart.

Auf der Kohle erhitzt, schmilzt es, umzieht sich mit einem weissen und einem gelbgrünen Beschlag und zieht sich schliesslich in die Kohle.

Auf einem Capellchen mit Phosphorsalz geschmolzen, löst es sich ganz und theilt dem Flusse keine Farbe mit; ein eingescho-benes Stückchen Zinn bringt an der Oberfläche der Capelle so-

gleich eine schwarze Färbung, herrührend von der Reaction des Wismuths und des Tellurs, hervor.

Im offenen Rohre erhitzt, schmilzt es bei der ersten Hitze, entwickelt Schwefelgeruch, dann weisse Dämpfe von telluriger Säure und endlich deutlichen Selengeruch. Im oberen Theile des Rohres setzt sich ein weisser Beschlag an, von einer ziegelrothen Schicht überflogen und herrührend von verdichteten Selen. Im unteren Theile des Rohres bleibt Wismuth zurück.

Salpetersäure löst das Mineral leicht unter Entwicklung salpetrigsaurer Dämpfe auf; gegen Ende der Einwirkung hinterbleiben Kügelchen von Schwefel in der Flüssigkeit.

Concentrirte Salzsäure löst das Mineral sehr langsam und entwickelt Schwefelwasserstoffgas. Diese Proben geben also als Bestandtheile: Wismuth, Tellur und ein wenig Selen.

Für die quantitative Analyse wurde das gepulverte Mineral in einem Kugelrohr mit einem Strome von Chlorgas behandelt. Die Chlorverbindungen von Schwefel, Selen und Tellur, welche sich verflüchtigten, wurden in einem, zu ein Viertel mit Wasser gefüllten Gefässe gesammelt. Rückständig blieb im Rohre Chlorwismuth und eine wesentliche Menge Chlortellur. Dieses Gemenge war gelb, bei einer Temperatur unter anfangender Rothglühhitze schmelzbar und kam leicht in's Kochen.

Das Wasser im vorgelegten Gefässe enthielt nach vollendeter Operation Schwefelsäure, Selensäure und Chlortellur. Die Schwefelsäure und Selensäure wurden mit Chlorbaryum gefällt und bestimmt. Sie wurden zusammen als Barytsalze gewogen und nachher mit Salzsäure einige Zeit erhitzt. Das dadurch entstandene lösliche selenigsaure Barytsalz wurde ausgewaschen und der Rückstand von Neuem gewogen. Der Verlust entsprach dem gelösten Theile des ersten Niederschlages und gab das Gewicht des selensauren Baryts. Diese Lösung mit schwefligsaurem Ammoniak behandelt, gab rothe Färbung und setzte Selen ab. Aus dem schwefelsauren und selensauren Baryt wurde der Schwefel- und Selengehalt des Minerals berechnet.

Die von der Schwefelsäure und Selensäure befreite Flüssigkeit, welche nur noch Tellurchlorid und ein wenig im Ueberschuss zugefügtes Chlorbaryum enthielt, wurde durch einige Tropfen Schwefelsäure von letzterem befreit und im klaren und sauren Zustande mit schwefligsaurem Ammoniak versetzt. Das in schwarz

zen Flocken abgeschiedene Metall wurde darauf auf einem Filter gesammelt.

Die im Kugelrohr zurückgebliebenen Chlorverbindungen von Wismuth und Tellur wurden zunächst in mit Salzsäure angesäuertem Wasser aufgelöst, die Auflösung mit einem Ueberschusse von Schwefelammonium digerirt und auf diese Weise das gelöste Tellursulphid vom zurückgebliebenen Schwefelwismuth getrennt. Der letztere gehörig ausgewaschene Rückstand wurde in Salpetersäure aufgelöst, mit kohlensaurem Ammoniak gefällt, der gesammelte Niederschlag in einem Tiegel geglüht und als Oxyd gewogen. Aus dem gefundenen Gewichte wurde die Menge des Metalles im Mineral berechnet.

Die Lösung des Tellurs im Schwefelammonium wurde mit verdünnter Salzsäure zersetzt und das Schwefeltellur abgeschieden. Dieses wurde in Königswasser gelöst, zur Trockne verdampft, in Salzsäure aufgenommen und darauf filtrirt. Die nun klare und saure Flüssigkeit wurde, wie die vorhin, mit schwefligsaurem Ammoniak versetzt und das metallische Tellur dem vorhin erhaltenen hinzugefügt.

Bei einer zweiten Analyse wurde das in sehr kleine Blättchen zertheilte Mineral, welches zuvor mit Krystallen von chlorsaurem Kali gemengt war, mit Salzsäure digerirt. Die Auflösung war vollständig. Der Schwefel war völlig in Schwefelsäure verwandelt und wurde als schwefelsaurer Baryt bestimmt. Die von Schwefelsäure und dem überschüssigen Barytsalz befreite Lösung wurde mit Schwefelammonium im Ueberschuss behandelt und das Tellur und Wismuth wie vorhin bestimmt. Das Tellur gab bei einem Löthrohrversuche Selen zu erkennen.

Tellur und Wismuth scheinen eine sehr grosse Affinität zu einander zu haben; wie man oben bemerkt hat, so konnte ich sie nicht durch Behandlung mit Chlorgas trennen. Bei einem andern Versuche habe ich die Lösung dieser beiden Metalle in Salzsäure mit schwefligsaurem Ammoniak versetzt, in der Meinung, dass hierdurch das Tellur gefällt werden müsse, allein die so behandelte Flüssigkeit hinterliess nur unwägbare Spuren von Tellur. Schwefelammonium löst zwar das Schwefeltellur leicht, indessen ist es sehr wohl möglich, dass noch bemerkenswerthe Mengen von Tellur beim Schwefelwismuth bleiben, wenn diese beiden Körper zugleich in der Lösung vorhanden sind. Indem mir kein

genaueres Verfahren, diese beiden Körper zu trennen, bekannt ist, begnüge ich mich für jetzt, die Resultate, welche ich nach der oben beschriebenen Methode erhielt, mitzutheilen.

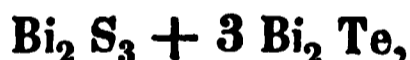
Angewandtes Mineral 0,5210.

			Verhältniss.	
I. Schwefel	0,0164	0,0315	156	} 186 3
Selen	0,0077	0,0148	30	
Tellur	0,0830	0,1593		189 3
Wismuth	0,4124	0,7915		594 8
	<hr/> 0,5195	<hr/> 0,9971.		

Angewandtes Mineral 0,6545.

			Verhältniss.	
II. Schwefel und Selen	0,0300	0,0458	226	3
Tellur	0,1027	0,1568	195	3
Wismuth	0,5132	0,7840	589	8
	<hr/> 0,6459	<hr/> 0,9866.		

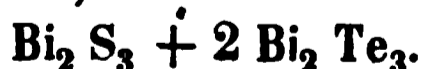
Nimmt man für das Atom des Wismuths die Zahl 1330,376 nach Regnault und Rose, und die Zahl 802,121 für das des Tellurs, so geben die erhaltenen Resultate die Formel:



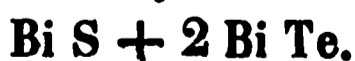
wonach sich berechnen:

3 At. Schwefel	603,5	0,0443
3 - Tellur	2406,3	0,1762
8 - Wismuth	10643,0	0,7795
	<hr/> 13652,8	<hr/> 1,0000.

Es sind schon einige Wismuth-Tellurverbindungen bekannt; eine, welche bei Schemnitz vorkommt und von Berzelius und Wehrle analysirt wurde, führt die Formel:



Ein anderes Mineral der Art, welches bei Deutsch-Pilsen vorkommt und von Wehrle analysirt wurde, ist:



Nach diesen verschiedenen Analysen kann man 3 Arten von Tellur-Wismuth unterscheiden; aber wenn man die so sehr grosse Affinität dieser beiden Metalle berücksichtigt, so kann man sich vorstellen, dass, wenn sie sich auch immer in bestimmten Ver-

hältnissen verbinden, ihre Mengen sehr vielfach wechselnd sein können. Es ist zugleich zu bemerken, dass nicht leicht regelmäßige Krystalle angetroffen werden; man findet sie in übereinander angehäuften Blättchen, so wie beim Glimmer nach einer Richtung spaltbar. Es scheint mir daher für jetzt rathsam, alle tellur-Wismuthverbindungen unter einem gemeinsamen Namen solange aufzuzählen, bis wiederholte und übereinstimmende Analysen die Zahl der verschiedenen Species dieser Gruppe mit grösserer Sicherheit festzustellen erlauben.

## XXI.

### Eine Methode, Zinn von Antimon zu scheiden.

Von

**A. Levöl.**

(*Ann. de Chim. et de Phys.* III. Série. Janv. 1845. Tom. XIII.)

Der Verfasser giebt in seiner Abhandlung eine Methode an, welche in einigen Puncten von der bekannten, in Rose's Handbuch angegebenen abweicht. Die Metalle, die zusammen in einer Salzsäure, welcher man während der Operation allmählig chlorürtes Kali in kleinen Portionen zugefügt hat, als gelöst angenommen werden, fällt man aus dieser Lösung mit Zink. Man benutzt nun die Unauflöslichkeit des metallischen Antimons in Salzsäure, indem man durch einstündiges Kochen des gefällten Gemenges mit dieser Säure das Zinn auszieht. Man hat sonach das Antimon als Rückstand, welchen man wägt, und das Zinn in seiner Auflösung, woraus es ebenfalls durch Schwefelwasserstoff gewonnen werden kann\*).

---

\*) Die Methode, Zinn und Antimon zusammen durch Zink zu fällen und das Zinn mit Salzsäure auszuziehen, ist namentlich als qualitatives Erkennungsmittel, um die Reactionen des Zinnoxiduls zu erhalten, seit längeren Jahren in Wöhler's Laboratorium üblich. Dr. W. Knop.

## XXII.

# Ueber die Bemerkungen des Hrn. Prof. Schönbein zu meiner Notiz, das Verhalten des Jodkaliums zu verschiedenen Gasarten etc. betreffend.

Vom

Prof. **Fischer** in Breslau.

Nach der so gründlichen Berichtigung, welche Dulk den Angaben Schönbein's über die Beschaffenheit und das Verhalten des Jodkaliums gewidmet hat (s. d. J. XXXIV. 344), könnte ich die Bemerkungen dieses Naturforschers zu meiner Notiz über dieses Salz auf sich beruhen lassen. Aber in Rücksicht der von demselben angekündigten umständlichen Erörterung gegen mich, halte ich es für Pflicht, ihm folgende Gegenbemerkungen mitzutheilen.

Dass ich zu meinen Versuchen reines Jodkalium angewandt habe und dass die gebrauchte Salzsäure frei von *Chlor*, so wie die Salpetersäure möglichst frei von *salpetriger Säure* war, brauche ich um so weniger zu versichern, als nach diesen Versuchen nicht blos alle Mineralsäuren, sondern auch die organischen und unter diesen selbst die Cyanwasserstoffsäure, dergestalt auf das Jodkalium-Papier einwirken, dass es braun, oder, als secundäre Wirkung des ausgeschiedenen Jods auf die Stärke des Papiers, blau gefärbt wird. Wenn zugleich, nach diesen meinen Versuchen, die schweflige Säure, und zwar sowohl die gasförmige als die in Wasser gelöste, keine solche Wirkung ausübt, so ist es auffallend, wie Schönbein die von den anderen Säuren bewirkte Färbung des Probepapiers noch immer von der Gegenwart des jodsauren Kali's und nicht von der Mitwirkung der Luft ableiten will, da ja die schweflige Säure aus der Jodsäure das Jod abscheidet und daher das Papier hätte färben müssen! Gewiss wird Schönbein alle meine Angaben bestätigt finden, wenn er sich die Mühe nehmen will, die Versuche zu wiederholen und bei Anfertigung des Probepapiers die überflüssige und vielleicht auch die Reaction der Säuren hemmende Stärke ganz wegzulassen. Dann wird er auch zuverlässig wahrnehmen, dass ein solches Probepapier nach Beschaffenheit des dazu gebrauchten Papiers in kürzerer oder längerer Zeit an der Luft sich bräunt.

Dieses ist nicht nur bei dem mit der Auflösung von  $\frac{1}{18}$  Jodkalium bestrichenen — wie ich es zu den angegebenen Versuchen gebraucht habe —, sondern bei dem mit der Auflösung von  $\frac{1}{100}$  und selbst von  $\frac{1}{1000}$  dieses Salzes bereiteten der Fall. Auch zeigen die verschiedenartigen Papiere diese Reaction der Luft, und so auch das chemisch reine Filtrirpapier (von Berzelius), welches natürlich bei Einwirkung der Säuren nur immer die braune Farbe zeigt.

---

### XXIII.

#### Weitere Notizen über das Jodkalium.

Von

*C. F. Schönbein.*

Ich habe in meinem Werkchen „Ueber die Erzeugung des Ozons auf chemischem Wege“ gezeigt, dass eine wässrige Lösung des Jodkaliums das Ozon augenblicklich aufnimmt unter Ausscheidung von Jod. Wird aus der hierbei erhaltenen gelben Flüssigkeit das freie Jod durch Erhitzung verjagt, so reagirt sie merklich alkalisch und besitzt die Eigenschaft, Lakmuspapier langsam zu bleichen. Fügt man der gleichen Lösung auch noch so verdünnte Schwefelsäure, Phosphorsäure, Weinsäure u. s. w. zu, so wird sie gelb, d. h. Jod ausgeschieden. Behandelt man Jodkaliumlösung so lange mit einer Ozonatmosphäre, bis alles Jodkalium zerlegt ist, so erhält man hauptsächlich jodsaures und etwas kohlensaures Kali, und da die Lösung einiges Bleichvermögen besitzt, so ist wahrscheinlich, dass neben den genannten Salzen noch eine andere Verbindung existirt. Diese Reactionen sind von so eigenthümlicher Art, dass sie verdienen, genauer erörtert zu werden.

Ist Ozon eine Verbindung von Wasser- und Sauerstoff, wie fließ die Ergebnisse meiner neuern Untersuchungen in hohem Grade wahrscheinlich machen, so begreift sich leicht, wie dieses Ozon das Jodkalium in jodsaures Kali verwandeln kann; aber man sieht nicht ein, warum das Ozon vorher Jod ausscheidet. Da Jodkalium durch Aufnahme von sechs Aequivalenten Sauerstoff in das Jodat übergeführt wird, so sollte das Ozon jenes Haloïdsalz

sofort in jodsaures Kali verwandeln und eben deshalb auch die Neutralität des Jodkaliums nicht aufheben; denn wie sollte freies Kali neben freiem Jod bestehen können? Diese Sonderbarkeiten dürften durch Folgendes vollkommen begreiflich werden. Beim Zusammentreffen einer Ozonatmosphäre mit Jodkaliumlösung wird ein Theil des Haloïdsalzes in der Weise zerlegt, dass sich unter Jodausscheidung ein eigenthümliches Kaliumsuperoxyd bildet (höchst wahrscheinlich aus  $\text{K O}_2$  zusammengesetzt). Dieses Hyperoxyd geht eine in Wasser lösliche Verbindung mit dem unzersetzten Jodkalium ein, welche Verbindung neben freiem Jod bestehen kann und als die Ursache der erwähnten alkalischen Reactionen und des schwachen Bleichvermögens angesehen werden muss. Fügt man dieser Verbindung irgend eine freie Säure zu, so wird das fragliche Kaliumsuperoxyd zerlegt, die Hälfte seines Sauerstoffes bestimmt, mit dem Kalium des Jodkaliums sich zu verbinden und das Jod des letztern gerade so auszuscheiden, wie diess unter den erwähnten Umständen jedes andere Hyperoxyd thun würde.

Wie das Ozon, das eine isomere Modification des Wasserstoffsuperoxyds sein dürfte, so wirken auch andere dem letztern analog zusammengesetzte metallische Hyperoxyde auf das Jodkalium ein, z. B. diejenigen des Bleies, des Mangans und des Silbers. Bringt man z. B. das Bleisuperoxyd in Jodkaliumlösung, so färbt sich diese sofort und gerade in der Weise gelb, als wäre zu derselben Ozon gebracht worden. Mit dieser Jodausscheidung steht das Alkalischwerden der Flüssigkeit in der engsten Verbindung; denn diese Reaction tritt ein, sobald das Hyperoxyd Jod eliminirt. Filtrirt man die gelbgewordene Lösung vom Bleioxyd ab und verjagt man das freie Jod durch Erhitzung, so reagirt natürlich die zurückbleibende farblose Flüssigkeit immer noch alkalisch und besitzt ebenfalls schwache Bleichkraft. Fügt man derselben verdünnte Schwefelsäure zu, so wird sie gelb, d. h. Jod ausgeschieden. Aus diesem Verhalten erhellt, dass Bleihyperoxyd das Jodkalium in ähnlicher Weise verändert, wie das Ozon. Zwei Aequivalente des Bleihyperoxyds zersetzen höchst wahrscheinlich ein Aequivalent Jodkalium unter Bildung eines Aequivalents  $\text{K O}_2$  und Ausscheidung eines Aequivalents Jod und zweier Aequivalente Bleioxydhydrat, wie zwei Aequivalente Ozon ( $= 2\text{H C O}_2$ ) ein Aequivalent des Haloïdsalzes zerlegen, ebenfalls unter Bildung von

$\text{KO}_2$  und Ausscheidung von einem Aeq. Jod und zweier Aequival. Wasser. Diese Reactionen scheinen auf der Verwandtschaft zu beruhen, welche das Jodkalium zu dem Kaliumhyperoxyd hat. Eine Verbindung der beiden letztgenannten Substanzen entsteht auch, wenn Jodkalium an der Luft geglüht wird. Ein Theil des Haloidsalzes wird zerlegt, indem der atmosphärische Sauerstoff mit dem Kalium zu Hyperoxyd sich vereinigt und Jod ausscheidet. Die gleiche Verbindung wird gebildet, wenn Jodkalium der freien Luft längere Zeit ausgesetzt wird, und diess ist der Grund, weshalb Jodkaliumkleister in der freien Atmosphäre blau wird. Da in eingeschlossener Luft dieser Kleister sich nicht bläut, so vermuthe ich, dass die Veränderung, welche das Jodkalium in freier Luft erleidet, von einem kleinen Ozongehalt der letztern herühre.

Glüht man reines Kali- oder Barythydrat längere Zeit an der Luft, so liefern sie mit Wasser eine Lösung, die ein Gemisch von den Protoxyden mit den Superoxyden dieser Metalle enthält, selbst dann noch, wenn besagte Lösung längere Zeit im Sieden erhalten worden. Eine solche Kalilösung hat z. B. die Eigenschaft, für sich selbst langsam das Lakmuspapier zu bleichen und, wenn mit Schwefelsäure übersäuert, den Indigo zu zerstören. Die gleich gesäuerte Lösung zersetzt auch das Jodkalium unter Ausscheidung von Jod. Schüttelt man längere Zeit reine Kalilösung mit einer Ozonatmosphäre, so erhält man eine Flüssigkeit, die gerade so reagirt wie die Auflösung des an der Luft geglühten Kalihydrats. Der meiste *Lapis causticus* der Apotheker muss als ein Gemisch von Kalihydrat und dem eigenthümlichen Hyperoxyd angesehen werden. Aus diesen Angaben erhellt, dass das Kalihydrat sowohl unter dem Einflusse des Ozons als beim Glühen an der Luft eine Veränderung erleidet, ähnlich der, welche das Jodkalium unter den gleichen Umständen zeigt. In dem einen Falle bildet sich eine Verbindung von Kalihydrat und Kaliumsuperoxyd, in dem andern eine Verbindung von Jodkalium und dem gleichen Superoxyd. Wird nun die erstere Verbindung z. B. mit einfachem Jodeisen zusammengebracht, so begreift sich leicht, dass unter diesen Umständen kein reines Jodkalium erhalten werden kann. Nur das Kalihydrat zersetzt das Jodeisen, Jodkalium und Eisenoxydulhydrat bildend; das Kaliumsuperoxyd vereinigt sich mit dem Jodkalium und erzeugt eine salzige Verbindung, derjeni-

gen ähnlich, die man mit Bleisuperoxyd und Jodkalium u. s. w. erhält. Wie kommt es aber, dass Jodkaliumlösung, lange genug mit ozonisirter Luft behandelt, jodsaures Kali und etwas kohlensaures Kali liefert? Nach meinen Versuchen wird freies Jod, mit Ozon zusammengebracht, in Jodsäure verwandelt. Denken wir uns nun eine Jodkaliumlösung mit ozonisirter Luft in Berührung gesetzt, so wird ein Theil des vorhandenen Ozons zunächst Kaliumsuperoxyd bilden und Jod ausscheiden. Dieses Jod, mit anderem Ozon zusammentreffend, oxydirt sich zu Jodsäure, und diese Jodsäure, im Augenblicke ihrer Entstehung, wirkt zersetzend auf das Superoxyd ein. Es bildet sich unter diesen Umständen jodsaures Kali und wird aus dem Superoxyd die Hälfte seines Sauerstoffes abgeschieden. Dieser nascirende Sauerstoff zersetzt neues Jodkalium, veranlasst weitere Jodabscheidung und die Bildung von Kaliumhyperoxyd, welches letztere beim Zusammentreffen mit neuer Jodsäure abermals zersetzt wird. Und in dieser Weise geht die Reaction fort, bis endlich alles Jodkalium zerlegt ist. Ginge nun bei dieser Operation kein Jod verloren und enthielte die ozonisirte Luft keine Kohlensäure, so würde man nichts Anderes als neutrales jodsaures Kali erhalten. Hat aber das ausgeschiedene Jod Gelegenheit, theilweise sich zu verflüchtigen, so muss bei Abwesenheit von Kohlensäure ein Gemisch von jodsaurem Kali und etwas Kaliumsuperoxyd zurückbleiben. Da aber in der auf dem gewöhnlichen Wege ozonisirten Luft immer auch Kohlensäure vorhanden ist, so begreift sich leicht, wie kohlensaures Kali entstehen muss. Denn die fragliche Säure, mit unserem in Wasser löslichen Kaliumsuperoxyd zusammengebracht, bildet ohne Zweifel ein Carbonat unter Ausscheidung von Sauerstoff. Ist nun Kohlensäure nicht in hinreichender Menge in der ozonisirten Luft vorhanden, um das vorhandene Superoxyd gänzlich zu zerlegen, so werden wir bei vollkommener Zersetzung des Jodkaliums ein Gemenge von jodsaurem Kali, kohlensaurem Kali und Kaliumsuperoxyd erhalten.

Vorstehende Angaben, denke ich, werden geeignet sein, die Bemerkungen zu berichtigen, welche neulich Hr. D u l k über meine das Jodkalium betreffende Notiz in diesem Journale gemacht hat.

Was anderweitige chemische Reactionen des Ozons betrifft, die in dieser Notiz nicht erwähnt sind und dennoch auf den in

: behandelten Gegenstand Bezug haben, so verweise ich auf ein Werkchen, das so eben in der Schweighauser'schen Buchhandlung erschienen ist unter dem Titel: „Ueber die langsame Verbrennung der Körper in atmosphärischer Luft.“

Zum Schluss stehe hier noch eine kurze Mittheilung über das Verhalten des Ozons und einiger Hyperoxyde zum Kaliumeisencyanür. Schüttelt man die wässerige Lösung dieses Salzes mit ionisirter Luft, so verschwindet das Ozon und wird jene tiefgelb und merklich alkalisch (s. mein Werkchen über das Ozon). Fügt man an dieser veränderten Lösung etwas verdünnte Schwefelsäure, Phosphorsäure u. s. w. und Jodkaliumkleister zu, so wird Jodstärke gebildet. Die gleiche Lösung liefert mit reinen Eisencydnulsalzen tiefblaue Niederschläge. Ganz wie das Ozon wirken die Hyperoxyde des Bleies, Mangans und Silbers auf die Lösung des Kaliumeisencyanürs ein, indem sie selbst auf eine niedrigere Oxydationsstufe zurückgeführt werden. Hieraus erhellt, dass unter den erwähnten Umständen das gelbe Cyanür in Kaliumsuperoxyd und das rothe Cyanid verwandelt wird, welche beide letztere Verbindungen eben so gut als das gleiche Kaliumsuperoxyd und freies Jod neben einander bestehen können. Man sieht aus den gemachten Angaben ferner, dass Ozon und die genannten Hyperoxyde auf das gelbe Cyanür in ähnlicher Weise wirken wie auf das Jodkalium, d. h. dass sie in dem einen Falle Cyan, in dem andern Falle Jod vom Kalium abtrennen, dieses in Superoxyd verwandelnd. Wie es scheint, erzeugen zwei Aequivalente des gewöhnlichen Blutlaugensalzes nur zwei Aeq. des Bleihyperoxyds, ein Aeq. des rothen Kaliumeisencyanids, ein Aeq. des eigenthümlichen Kaliumsuperoxyds ( $\text{K O}_2$ ) und zwei Aeq. Bleioxyd, nach dem Schema:  $4 \text{ K Cy} + 2 \text{ Fe Cy} + 2 \text{ Pb O}_2 = 3 \text{ K Cy} + \text{Cy}_3 + \text{Fe}_2 \text{ Cy}_3 + \text{K O}_2 + 2 \text{ Pb O}_2$ .

Basel, den 1. Juni 1845.

## XXIV.

## Ueber den Arsenikgehalt der Harzer Schwefelsäure.

Von

*F. Wöhler.*

Vor einiger Zeit ist in dem XXXVIII. Bande des Archivs der Pharmacie von Hrn. Dr. Meurer auf den starken Arsenikgehalt der auf der Oker-Hütte bei Goslar am Harz fabricirten Schwefelsäure aufmerksam gemacht und vor ihrem Ankauf gewarnt worden. Um dieselbe Zeit hatte bereits die Behörde, unter deren Verwaltung jene Fabrik steht (das königl. hannoversche und herzogl. braunschweigische Communion-Bergamt zu Goslar), diese unangenehme Entdeckung gemacht und hatte sogleich den fernern Verkauf dieser arsenikhaltigen Säure einstellen lassen. Zugleich hatte sie aber auch Versuche zur Ausmittelung eines Verfahrens veranstaltet, wodurch diese schädliche Verunreinigung sicher und wohlfeil entfernt werden könnte. Diese Versuche haben vollkommen den Erwartungen entsprochen. Mit Vergnügen kann ich den Wunsch der genannten Behörde erfüllen und hierdurch öffentlich bezeugen, dass die Schwefelsäure, welche jetzt von der Oker-Fabrik producirt und in den Handel gegeben wird, die meisten andern im Handel vorkommenden Schwefelsäuresorten an Reinheit übertrifft. Nach den in meinem Laboratorium von Dr. Schnedermann angestellten quantitativen Analysen ist der Arsenikgehalt in einem Centner dieser Harzer Säure so verschwindend klein, dass er bei den meisten Anwendungen nicht in Betracht kommen kann. Er beträgt auf 10000 Pfund Säure nur  $\frac{3}{10}$  Pfund, also bei weitem weniger als in fast allen übrigen Schwefelsäuresorten. Ohne Zweifel wird es den fortgesetzten Bemühungen jener Behörde bald gelingen, auch noch diese kleine Verunreinigung zu entfernen. Hervorzuheben ist auch noch der Umstand, dass diese Säure durchaus frei von Salpetersäure und Stickoxyd ist, Verunreinigungen, die in andern Schwefelsäuresorten so häufig und für manche Anwendung so unangenehm sind.

## XXV.

# nige Bemerkungen über das Vorkommen von Blei Form von Oxyd oder Salzen in verschiedenen Kunstproducten.

Von

**Chevreul.***(Journal de Pharmacie et de Chimie. III. Serie. Nov. 1844.)*

(Auszug.)

In einer früheren Abhandlung hat der Verfasser schon auf Nachtheile aufmerksam gemacht, welche dadurch entstehen können, dass man metallische Substanzen bei solchen Stoffen anwendet, welche Schwefel in ihrer Zusammensetzung enthalten, z. B. Wolle, indem sich unter gewissen Umständen gefärbte Schwefelmetalle bilden können. Derselbe hatte nun kürzlich Gelegenheit, bei in der Picardie gefärbten Zeugen die Beobachtung zu machen, dass auf solche Weise braune Flecken entstanden waren, welche, sobald die Zeuge allein dem Wasserdampf ohne weitere Behandlung ausgesetzt wurden, zum Vorschein kamen. Diese Färbung zeigte sich nur in der Kette, und da nur die Schlichte geschlichtet war, so glaubte er, dass die metallische Substanz sich nur in der Schlichte finden müsse. Dieses bestätigte seine Erfahrung, denn es fand sich Bleioxyd und sehr wenig Kupferoxyd in der Schlichte.

Die Menge des Bleioxyds in der Schlichte des Zeuges oder die Stärke selbst war so gross, dass Schwefelwasserstoffwasser in der Flüssigkeit, worin man jene gelöst hatte, sogleich stark nach Blei roch. Beim Einäschern der Stoffe wurde metallisches Blei erhalten. Diese Stärke war in der Nähe von Lille und, wie der Verf. erfuhr, mit einem Zusatze von Bleiweiss bereitet; ein Glück, dass sie sich nicht in einem Zustande befand, um als Nahrungsmittel angewandt werden zu können. Demnach erscheint es von allgemeinem Interesse, diese Thatsachen möglichst bekannt zu machen.

Es sind schon einige Jahre her, dass der Verfasser über die Entstehung brauner Flecken um Aufschluss gebeten wurde, welche sich auf Hemden und anderen Baumwollenzeugen, sobald sie zum ersten Male durch die Lauge gingen, zeigten. Der Verf.

empfang sowohl ein Stück des neuen Zeuges als auch der alkalischen Substanz, die zur Lauge diente, und fand in der Appretur des Zeuges schwefelsaures Bleioxyd, und in der Lauge neben Natron und Kali noch eine höhere Schweflungsstufe des Kalkes, und so konnte nicht weiter bezweifelt werden, dass diese Flecken durch die Reaction der Schwefelalkalien auf das schwefelsaure Bleioxyd entstanden waren.

Ohne weiter darauf einzugehen, ob die Anwendung von schwefelsaurem Bleioxyd der Gesundheit nicht nachtheilig sein möge, so sollte man dennoch ein bestimmtes Verfahren, wie man den Zeugen Festigkeit ertheilt, vorschreiben, um so mehr, als die Anwendung des schwefelsauren Kalkes, dessen man sich jetzt bedient, gar nichts zu wünschen übrig lässt.

Chevreul erinnert ferner an die Mittheilungen, welche er bei Gelegenheit des Berichtes über die Zusammensetzung des Bouillon der *Compagnie hollandaise* gemacht hat. Versuche führten ihn zu der Ueberzeugung, dass man das Kupfer, welches sich bei der Analyse findet, niemals als wesentlichen Bestandtheil der Pflanzen und Thiere betrachten dürfe. Wenn irgend ein Kupfersalz durch Vermittelung des Wassers aus dem Boden in die Pflanzen, und wenn dasselbe oder irgend Kupfer haltender Staub durch die Nahrungsmittel in den Körper der Thiere gelangt, so ist diese Aufnahme von Kupfer für den menschlichen Organismus nach ihm stets zufällig.

Ganz in demselben Sinne unterschied der Verfasser in seiner Schrift: „*Sur la matière considérée dans les êtres vivants*“ drei Classen von Stoffen: 1) zur Existenz wesentliche und 2) solche, welche, wenn auch nothwendig, zugleich nicht wesentlich sind, in dem Sinne, dass sie fehlen und andere ihre Stelle ersetzen können, und 3) zufällige Stoffe, die ganz und gar ohne weiteren Nachtheil fehlen können. Auf gleiche Weise wie das Kupfer zählt Chevreul das Blei unter die zufälligen Stoffe und macht namentlich aufmerksam auf ein Beispiel, wo die Gegenwart des Bleies von der Art und Weise der angestellten Analyse selbst herrührte.

Als derselbe nämlich Baumwolle, Seide und Wolle in Laugen hatte eintauchen lassen, um damit bei seinen Vorlesungen für die Gobelins-Manufactur Versuche anzustellen, sah man mit Erstaunen die Wolle in Natron-, Baryt-, Strontian- und Kalkwasser sich

braun färben. Diese Wässer waren mit Alkalien bereitet, von deren Reinheit er sich durch Versuche überzeugt hatte. Er erkannte bald, wie diese Reaction von Bleioxyd herrühre, vermittelt durch das Alkali und den Schwefelgehalt der Wolle. Aber woher kam das Bleioxyd in die genannten alkalischen Wässer? Dieses war aus den Gläsern aufgenommen, worin dieselben einige Monate lang aufbewahrt gewesen waren. Die Gefässe bestanden aus einem Gemenge von eigentlichem und dem bleihaltigen oder sogenannten Krystallglas. Schon seit 1828 hat er den Irrthum angegeben, zu welchem die Anwendung des Krystallglases führen könne, wenn man, wie damals gebräuchlich war, bei gerichtlich-medizinischen Fällen, die Substanz, welche man auf Arsen zu prüfen hatte, mit Kohle enthaltenden Stoffen in Bleioxyd haltendem Glase glühte. (Diese Angabe findet sich in einem Briefe an Hrn. Français-Lalande, abgedruckt in einer Schrift von Hrn. Guerre, Advocat zu Lyon, über jene Madame D..., welche des Vaternordes beschuldigt war.) Es ist hier derselbe Fall, der Bleigehalt des Glases kann zu einem irrthümlichen Resultate führen, und nicht allein bei gerichtlich-medizinischen Fällen, sondern ganz allgemein. Um endlich jedem Irrthume vorzubeugen, so erinnert der Verf. an eine Verhandlung, welche sich früher unter mehreren Chemikern erhoben hatte und sich auf das Vorkommen von Bleioxyd in den Reagentien und namentlich im reinen Kali bezog.

Nach Dupasquier aus Lyon, welcher durch verschiedene Arbeiten in mehreren Zweigen der Chemie bekannt ist, enthält das sogenannte reine Kali (*potasse à l'alcool*) der Pariser Fabrikanten Bleioxyd. Nach Louyet aus Brüssel, welcher sich mit der Absorption verschiedener giftiger Materien, welche von den Pflanzen aufgenommen werden, beschäftigt hat, ist das reine Kali der Häuser Robiquet, Boyveau und Pelletier ganz davon frei, dagegen enthält es geringe Mengen von Thon, Kiesel, Eisen und Platin.

Ohne diesen Gegenstand damit erledigen zu wollen, zeigen die obigen Bemerkungen, dass reine und bleioxydfreie Alkalien, wenn sie in bleihaltigen Glasgefässen aufbewahrt wurden, eine bemerkenswerthe Menge des Bleioxyds lösen können.

Endlich macht der Verf. noch auf folgende Worte eines früher der Academie vorgelegten Berichtes aufmerksam: Die viel-

fältige Anwendung, welche man jetzt in den verschiedenen Künsten von giftigen Stoffen macht, wie z. B. von arsenikalischen, kupferhaltigen u. s. w., verdient die grösste Beachtung, denn es ist sehr wohl möglich, dass solches Wasser, welches zum Auswaschen arsenikalischer Verbindungen diene, an manchen Orten einen schädlichen Einfluss auf die Thiere haben kann. Möglicherweise kann dasselbe durch vergrabene arsenikalische Substanzen herbeigeführt werden, welche, durch unterirdisches Wasser verbreitet, weit davon, wo sie verwahrt waren, an die Oberfläche des Bodens gelangen können.

Dieser Bericht wurde am 11. und 18. März 1839 gemacht, und noch in demselben Jahre gab Braconnot in den *Mémoires de la Société royale des Sciences, Lettres et arts de Nancy* vom Jahre 1838 eine Note, überschrieben: „Ueber einen Umstand, welcher bei einer Untersuchung auf Arsenik zu einem Irrthume führen kann.“ Folgendes sind die ersten Zeilen dieser Note: „Seit etwa 30 Jahren, während ein Fabricant farbiger Papiere sich mineralischer Farben bediente, bekamen mehrere Familien, welche nach und nach ein benachbartes Haus bewohnten, Krankheitszufälle, welche sich mit den folgenden Symptomen in verschiedenen Graden äusserten: Kopfweg, Ermattung, Uebelsein, Verdauungsbeschwerden, fast ununterbrochene Kolik, Durchfall, Geschwulst und Erstarrung der Beine, und es starben in Folge einer Reihe dieser Anfälle mehrere Mitglieder dieser Familien. Als endlich noch mehrere Opfer erlagen, so kam man vor etwa 2 Jahren auf den Argwohn, dass das Brunnenwasser vielleicht giftige Stoffe, die man in der Fabrik anwandte, führen möchte; allein eine Untersuchung, die wir anstellten, liess uns nichts entdecken und die gegenwärtigen Bewohner fuhren fort, sich desselben Wassers zu bedienen. Sie erholten sich sogar merklich, bis endlich auf einmal jene Symptome so heftig eintraten, dass eine Vergiftung nicht bezweifelt werden konnte. Auf's Neue aufgefordert, unternahmen Simonin und ich eine Untersuchung des Brunnenwassers und wir fanden mit Leichtigkeit die Gegenwart des Arsens, an Alkali gebunden, mit Thonerde und einer färbenden Materie.“

Chevreul schliesst die Abhandlung mit den Worten Braconnots: „Es sollten die betreffenden Behörden mit der grössten Sorgfalt auf der Art Fabriken achten,“ und stellt aus dem Inhalte derselben folgende Schlüsse zusammen:

1) Dass man alle diejenigen Wollenzeuge, welche einen weissen Grund oder helle Farben bekommen sollen, vor Blei und opfer haltenden Materien schützen müsse, wenn sie später mit Wasserdampf oder heissem Wasser behandelt werden sollen.

2) Dass die Wollenzeuge oder das Mittel, welches zum Bleichen ihrer Kette gedient hat, oder Baumwollenzeuge, die mit einem Bleipräparat appretirt wurden, mit Schwefelwasserstoffwasser eine so in die Augen stechende Färbung annehmen, dass man durch dieses Mittel in den Stand gesetzt ist, den Uebelständen, welche von der Anwendung des Bleioxyds herrühren können, vorzubeugen.

3) Dass man bei allen chemischen und gerichtlichen Untersuchungen, deren Gegenstand Auffindung von Blei ist, alle Reagentien und besonders die Alkalien zuvor auf ihre Reinheit von Bleioxyd, welches sie aus den Gefässen aufgenommen haben könnten, durch besondere Versuche prüfen müsse.

## XXVI.

### Neue Bleichart ohne Lauge, Seife, Licht, Chlor und Säuren.

Die Allgemeine Polytechnische Zeitung von Leuchs enthält darüber in No. 18 folgende Notiz:

„Bei dieser so eben entdeckten neuen Art zu bleichen wird weder Sonnenlicht, noch Chlor- oder Schwefeldampf, oder kassische und seifige Flüssigkeit angewandt, sondern das Bleichen wird durch blosse atmosphärische Luft bewirkt, die in einen andern (elektrischen?) Zustand versetzt ist.

Die Vorzüge dieser Bleichart sind:

1) Ausserordentliche *Wohlfeilheit*. Der Stoff, welcher nöthig ist, um 100 Pfd. Seide zu bleichen, kostet z. B. höchstens 10 Sgr. oder 35 Kreuzer.

2) *Beseitigung jeder Schwächung, Beschädigung* oder anderweitigen *Veränderung der zu bleichenden Stoffe* (Seide verliert daher nicht einmal an Gewicht).

3) Vollkommene *Zersetzung der färbenden Theile*, ~~da~~ diese nicht, wie z. B. beim Schwefeln, nur verdeckt sind und der Zeit wieder zum Vorschein kommen.

4) Ersparung der vielen *Handarbeit*, welche bei den and. Arten zu bleichen das öftere Waschen, Büken, Auslegen u. s. verursacht. Es genügt Aufhängen in die galvanisirte Luft ist Waschen nur nöthig, wenn der Stoff an sich Unreinigkeiten hat, die dadurch zu entfernen sind.

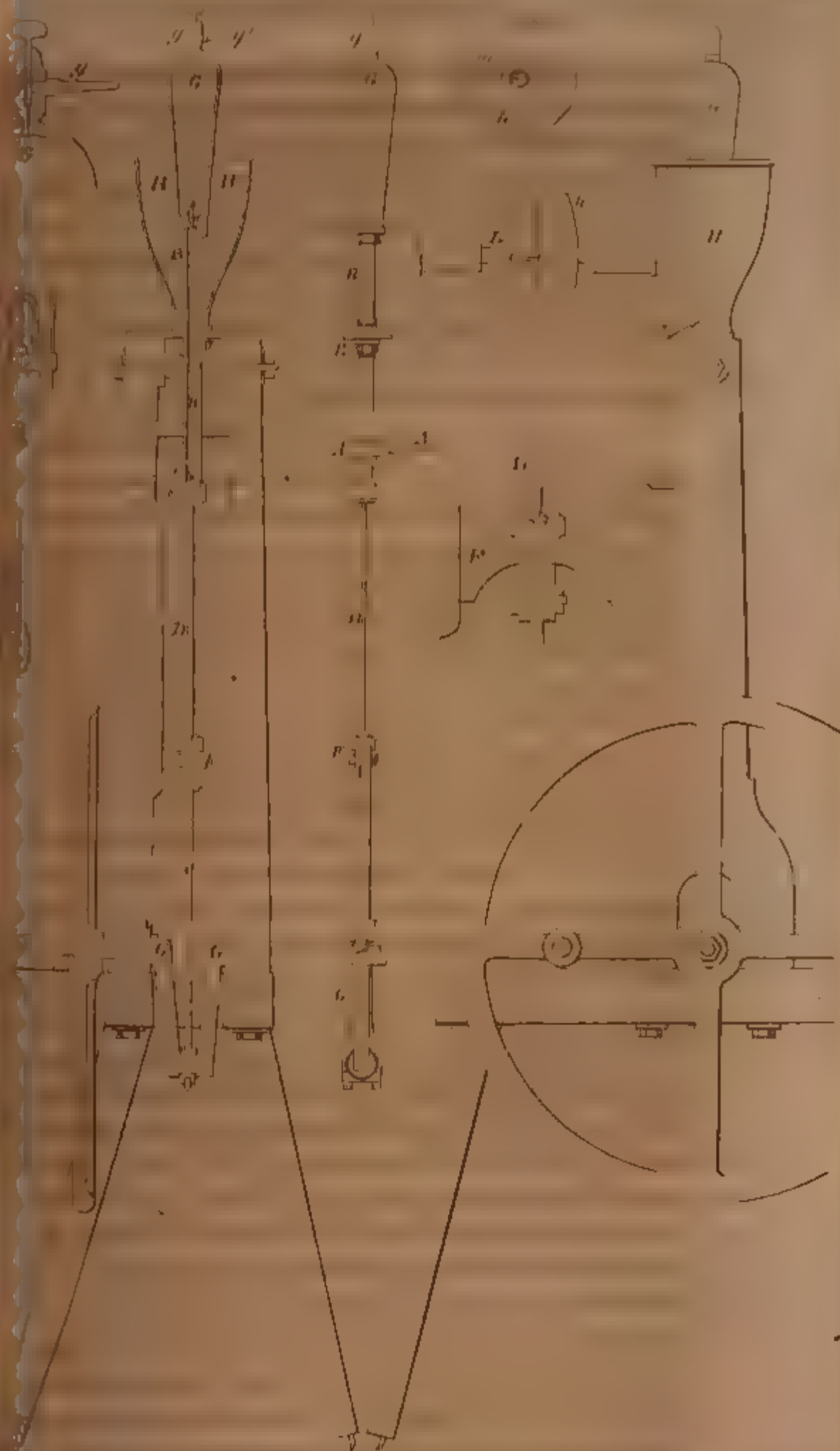
5) Ersparung der *Feuerung* und der Apparate.

6) *Unschädlichkeit für die Gesundheit*. Ein sehr wichtiger Punkt, da bekannt ist, wie schädlich namentlich die Chlorbleiche auf die Lungen der Arbeiter wirkt.

7) *Schnelligkeit* im Vergleich mit der Rasenbleiche. der Chlorbleiche hat sie diesen Vorzug nicht (da die Stoffe einige Tage in der zubereiteten Luft bleiben müssen), wenn man Bleichen allein und nicht die bei diesem nöthigen Nebenarbeiten in Betracht zieht.

Besonders anwendbar ist die neue Bleichart auf *Seide*, *Wolle* und *Wollenstoffe* (für diese ist sie *die erste wahre Bleichart*, die bisher bekannten die Farbe nur verdeckten, nicht zerstörten) ferner für Baumwolle, Leinen u. s. w.

Die Mittheilung dieser Bleichart soll erfolgen, sowie als 100 Uebernehmer gefunden haben, deren jeder 100 Gulden Angl. Cour. oder 68 Preuss. Thaler zahlt. Für Länder, wo geordnetes Patentgesetzgebung besteht, also für Frankreich, England, Nordamerika, Oestreich und Russland, wird gewünscht, dass ein Uebernehmer sie sich erwerbe und sein Recht durch ein Patent sich ausweisen. Anmeldungen sind bei C. Leuchs u. Comp. in Nürnberg zu machen.“





## XXVII.

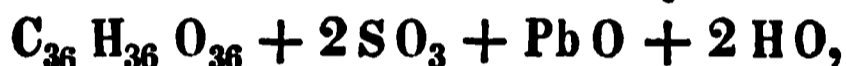
### Ueber die Einwirkung der concentrirten Schwefelsäure auf das Stärkemehl.

Von

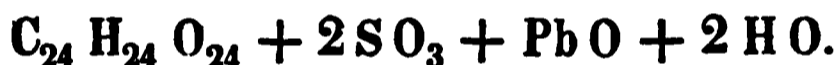
**J. v. Kalinowsky**

in Moskau.

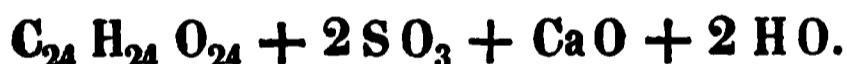
Die Einwirkung der concentrirten Schwefelsäure auf das Stärkemehl bringt eine saure Verbindung hervor, in welcher die Elemente der angewandten Substanzen enthalten sind. Blondeau de Carolles \*) hat diese Verbindung untersucht und gefunden, dass die Elemente des Stärkemehls unverändert ihrer Anzahl nach in die Verbindung eingehen, eben so die der Schwefelsäure, nur tritt dasselbe wie bei der Holzfaser ein, dass nämlich die absolute Anzahl der Elemente nicht unveränderlich ist. So fand er ein stärkechwefelsaures Bleioxyd bestehend aus:



ein anderes aus:



Die Zusammensetzung des letztern Salzes hatte das entsprechende Kalksalz:



Blondeau de Carolles bestimmt dabei nicht, eine wie lange Zeit er die Säure auf die Stärke hat einwirken lassen, nur von dem zweiten Bleisalz giebt er an, dass es durch 36stündige Einwirkung erhalten sei.

Um zu beobachten, welche Producte sich bildeten, wenn man die genannten Reagentien längere oder kürzere Zeit auf einander einwirken lässt, stellte ich im Laboratorium des Hrn. Prof. R. F. Marchand folgende Versuche an:

1) Reine käufliche Stärke wurde mit dem doppelten Gewichte concentrirter Schwefelsäure im Mörser zerrieben. Es entstand eine weinrothe, zähe, schwer mit dem Pistill zu zerreibende Masse, die zuletzt doch halbflüssig wurde. Sogleich wurde die Masse in Wasser gegossen und bildete darin anfangs steife Stränge, die sich darin bald mit Leichtigkeit auflösten. Die hell-

\*) Dies. Journ. Bd. XXXIII. S. 445.

Journ. f. prakt. Chemie. XXXV. 4.

gelbe Auflösung wurde *sogleich* mit kohlensaurem Kalk neutralisirt, den folgenden Tag abfiltrirt und behutsam auf dem Sandbad bis zur Sirupsconsistenz eingedampft. Dabei schied sich eine grosse Menge Gips ab, ohne dass die Flüssigkeit sauer wurde, so dass keine Zersetzung eingetreten war. Nach wiederholter Filtration und starkem Eindampfen im Wasserbade wurde keine Schwefelsäure mehr durch Chlorbaryum entdeckt. Die sehr dichte Flüssigkeit, welche ausserordentlich langsam filtrirte, konnte nicht wohl ohne Zersetzung im Wasserbade bis zur Trockne eingedampft werden, ohne dass man wieder Schwefelsäure auffand, sie sich also etwas zerlegt hatte. Sie nur im Vacuum über Schwefelsäure einzutrocknen, erforderte eine ausserordentlich lange Zeit; daher wurde sie mit einem grossen Ueberschuss von absolutem Alkohol versetzt, welcher namentlich etwa gebildeten Zucker und andere Stoffe nebst dem Wasser entfernen sollte.

Der Alkohol schlug das stärkeschwefelsaure Kalksalz als eine honigartige, zähe, gelbe Masse nieder, welche, anhaltend mit Alkohol erschöpft, in das Vacuum über Schwefelsäure gebracht wurde, woselbst sie nach einigen Tagen trocken, weiss, emailartig und sehr brüchig wurde.

Der Alkohol hatte in der That eine gewisse Quantität von Traubenzucker ausgezogen, denn sowohl die Kupferoxydprobe als die Polarisation des Lichtes wies denselben in ziemlich bedeutender Menge nach. Zu gleicher Zeit war noch eine kleine Quantität eines pflanzenschwefelsauren Kalksalzes ausgezogen, dessen Menge jedoch zu gering war, um die Entscheidung zu gestatten, ob es das andere unlösliche Kalksalz sei, welches sich hier in geringer Menge gelöst hatte.

Der stärkeschwefelsaure Kalk wurde im Vacuum so lange gelassen, bis eine feingeriebene, abgewogene Menge innerhalb acht Tagen keine Gewichtsabnahme mehr zeigte, und sodann analysirt. Ich versuchte sie bei 100° zu trocknen, indessen ohne Anwendung der Luftpumpe quoll die Masse dabei so auf, dass sie aus dem Gefässe herausstieg. Sie zersetzte sich dabei nicht, gerieth aber in eine halbe Schmelzung, welche es fast unmöglich machte, sie auf diese Weise zu behandeln. Es ist sehr wahrscheinlich, dass bei 100° chemisch gebundenes Wasser entweicht, welches aber nicht quantitativ bestimmt werden konnte.

Das Salz wurde auf die gewöhnliche Weise verbrannt:

0,9105 Grm. lieferten 1,1475 Grm. Kohlensäure,  
0,463 - Wasser.

34,36 Proc. C und 5,65 Proc. H.

0,500 Grm. wurden mit Salpeter und kohlen-saurem Natron emengt und geglüht. Durch Fällen der sauren Lösung mit Chlorbaryum wurden 0,245 schwefelsaure Baryterde erhalten = 0,08419 Schwefelsäure oder 16,83 Proc.

0,575 Grm. hinterliessen beim Glühen 0,0805 Grm. schwefel-saure Kalkerde oder 14 Proc. Darin sind 57 Proc. Kalkerde enthalten.

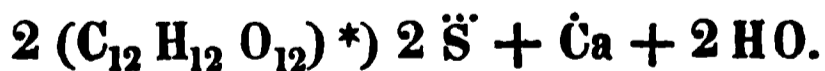
Die Menge der mit der Kalkerde verbundenen Schwefelsäure ist 8,3 Th., es sind also zwei Aequivalente Schwefelsäure, welche 5,6 Proc. entsprechen; 16,8 Proc. sind gefunden.

Die Zusammensetzung des Salzes wäre demnach:

C	=	34,36
H	=	5,65
O	=	37,46
S	=	16,83
Ca	=	5,70
		<hr/>
		100,00.

Vergleicht man diese Zusammensetzung mit der, welche Hr. Berzelius angiebt, so findet man eine völlige Uebereinstimmung bis auf eine geringe Differenz im Wasserstoff, aber eine sehr bedeutende im Kohlenstoff.

Dieser Chemiker fand nämlich folgende Zahlen, welche er mit der beigefügten Berechnung in Uebereinstimmung brachte.



	Ber.	Gef.
C	= 29,58	29,48
H	= 5,34	5,22
O	= 42,72	41,76
S	= 16,47	16,00
Ca	= 5,85	5,68
		<hr/>
		100,00      98,14.

\*) C = 75; H = 12,5; Ca = 250.

Es hätte dieser Ueberschuss im Kohlenstoff durch schweflige Säure herbeigeführt werden können, obwohl diess nicht wahrscheinlich war. Um mich dagegen zu sichern, wurde zwischen den Kaliapparat und das Chlorcalciumrohr ein Bleisuperoxydröhrchen gelegt, welches die etwa gebildete schweflige Säure aufnehmen musste.

Die zweite Analyse lieferte:

0,680 Grm. gaben 0,885 Grm. Kohlensäure und  
0,345 Wasser.

34,50 Proc. C und 5,63 Proc. H.

0,6065 hinterliessen beim Glühen 0,0835 Grm. schwefelsaure Kalkerde = 13,7 oder 5,6 Proc. CaO.

0,627 Grm. gaben 0,302 schwefelsaure Baryterde oder 16,5 Proc. Schwefelsäure. Die doppelte Menge der in dem Kalksulphat enthaltenen würde 16,2 sein.

Diese Analyse stimmt genau mit der ersten und der Kohlenstoff-Ueberschuss rührt somit keinesfalls von schwefliger Säure her. Ausserdem ist zu bemerken, dass das Bleisuperoxydröhrchen nichts an Gewicht zugenommen hatte.

2) Da zu vermuthen stand, dass Hr. Carolles seine Reaction vielleicht länger fortgesetzt hatte als ich in diesem Versuche, so blieb die concentrirte Schwefelsäure mit der darin zerriebenen Stärke vierundzwanzig Stunden in Berührung. Nach Verlauf dieser Zeit war die weinrothe Flüssigkeit braun geworden. Sie wurde in Wasser gelöst und eben so behandelt wie die erste Masse; die vom Gips abfiltrirte Flüssigkeit war theebraun; bis zur Sirupsdicke eingedampft und häufig von dem sich ausscheidenden Gipse abfiltrirt, wurde sie mit Alkohol ausgezogen. Die im Vacuum über Schwefelsäure eingetrocknete Masse war nicht so hell als die der ersten Bereitung, doch ziemlich gelb gefärbt.

Die Analyse gab folgende Resultate:

0,5615 Grm. gaben 0,719 Grm. Kohlensäure und  
0,2095 Aq.

34,94 Proc. C und 5,70 Proc. H.

Die Menge der Schwefelsäure und der Kalkerde war ebenfalls so gross wie in der vorher analysirten Verbindung, nämlich 16,4 Proc. S und 5,2 Proc. Ca.

Beide Salze waren also völlig identisch. Auch hier war in dem alkoholischen Auszuge Zucker mit Leichtigkeit aufzufinden.

3) Die mit der concentrirten Schwefelsäure zerriebene Stärke wurde nun sieben Tage mit derselben in Berührung gelassen. Auf die oben angegebene Weise behandelt, lieferten diese Agentien eine Masse, welche mit dem so eben beschriebenen Producte bis auf eine etwas dunklere Farbe die grösste Aehnlichkeit in physikalischer Beziehung besass. Die alkoholische Flüssigkeit wies noch deutlich Zucker nach; ob mehr als vorher oder weniger, will ich nicht entscheiden. In der chemischen Zusammensetzung fand jedoch ein wesentlicher Unterschied statt.

0,7765 Grm. gaben 0,957 Grm. Kohlensäure und  
0,397 Grm. Wasser.

33,78 Proc. C und 5,68 Proc. H.

0,9075 Grm. gaben 0,3455 schwefelsaure Baryterde oder  
13 Proc. Schwefelsäure.

0,6395 Grm. gaben beim Glühen einen Rückstand von  
0,072 Grm. schwefelsaurer Kalkerde oder 11,25  
Proc., diese enthalten 4,73 Th. Kalkerde. Die dop-  
pelte Menge der damit verbundenen Schwefelsäure  
ist = 2. 6,62 = 13,24.

Die Zusammensetzung des Salzes ist also:

C = 33,78

H = 5,68

O = 42,78

S = 13,00

Ca = 4,75

---

100,00.

Aus den Untersuchungen von Blond. de Carolles schien sich zu ergeben, dass die Holzfaser und die Stärke sich unmittelbar mit der Schwefelsäure verbinden können, ohne eine Aenderung der Bestandtheile zu erfahren. Dass diess jedoch nicht immer der Fall sei, ergiebt sich aus den eben angeführten Analysen, so wie aus einer, welche Carolles für dasselbe Salz mittheilt (s. o.). In der That hätte sich der Sauerstoff zu dem gefundenen Wasserstoff dann stets verhalten müssen wie 8 : 1, während er sich bei Bl. de Carolles verhielt wie 43,76 : 5,22, und nicht wie 41,76 : 5,22, wie er berechnet.

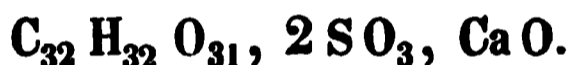
Wenn man indessen die andere Analyse von Carolles vergleicht, so kann man nicht anstehen, seine Annahme, dass das

relative Verhältniss von C : H : O unverändert wie in der Stärke geblieben sei, nicht unbegründet zu finden.

Da ich für die ersten beiden Fälle bis auf den Kohlenstoff mit Bl. de Carolles übereinstimmte, so fürchtete ich, mein Präparat möchte noch, trotz des Auswaschens mit Alkohol, Zucker enthalten haben. Indessen ergab sich bei der Prüfung des Kalksalzes mit Kupfervitriol und Kali die Abwesenheit dieses Stoffes vollkommen. Es scheint vielmehr, dass sich bei einer Einwirkung der Schwefelsäure von einer gewissen Kräftigkeit die Erscheinungen modificiren können, jedenfalls dass die Dauer des Einflusses nicht ohne wesentliche Folgen für das Product, welches gewonnen wird, sei.

Ogleich die beiden ersten verschiedenen Bereitungen des Kalksalzes ein gleiches Product lieferten, so scheint es doch, als ob die Verbindung keine einfache sei. Es sind dem Körper wahrscheinlich noch Nebenproducte beigemischt, welche, da das Salz nicht krystallisirt, nicht abgeschieden werden können.

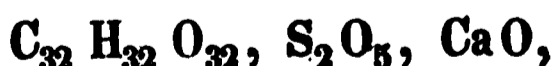
Bei dem dritten Salze finden wir hingegen wieder ein ganz einfaches Verhältniss; es entspricht nämlich das Resultat der Analyse der Formel:



Dieselbe giebt nämlich:

		Berechnet.	Gefunden.
$\text{C}_{32}$	= 2400	33,10	33,7
$\text{H}_{32}$	= 400	5,51	5,6
$\text{O}_{31}$	= 3100	42,70	43,0
2 S	= 1000	13,87	13,0
Ca	= 350	4,82	4,7
	7250	100,00	100,0.

Wenn wir die Schwefelsäure als Unterschwefelsäure darin annehmen, so haben wir:



also die Elemente der Stärke unverändert. Die Schwefelsäure pflegt bekanntlich auf diese Weise nur aufzutreten, wenn zugleich Wasserstoff aus der organischen Verbindung ausscheidet; diess kann hier nicht angenommen werden. Leicht ist es aber möglich, dass eben durch die offenbar gleichzeitige Bildung anderer Stoffe diese Reaction eingeleitet wird.

Ich begnüge mich hier, darauf aufmerksam zu machen, dass Reaction je nach ihrer Dauer mit denselben Substanzen so **chaus** verschiedene Producte liefern kann, dass es also etwas **vagt** erscheinen möchte, aus dieser Classe von Verbindungen **en** Anhalt für die Zahl der Aequivalente abzuleiten, welche **t** in dem Stoffe finden, der mit der organischen Säure sich **einigt** hat.

Ich würde nicht versäumt haben, mich sorgfältig damit zu **chäftigen**, welche Umstände die Verschiedenheit in der **g** der erwähnten Verbindungen begleiten, wenn nicht so eben **s** Ankündigung des Hrn. Fehling \*) uns benachrichtigte, **s** er mit dem sorgfältigen Studium dieses Gegenstandes **be-**  
**äftigt** sei.

Es ist sonderbar, dass sich bei der Einwirkung der Schwefel-  
re auf die Stärke in der Kälte nicht eine schwarze, kohlen-  
liche Masse bildet, welche doch bei der Reaction auf Holz,  
ier und andere Stoffe, bei dem Alkohol und Holzgeist in der  
rme sich bildet. Ihre Entstehung ist immer mit Kohlensäure-  
Schwefligsäure-Entwicklung verbunden.

Hr. Erdmann hat bekanntlich in der schwarzen, aus Alko-  
entstehenden Masse eine schwefelhaltige Säure erkannt, die  
*Thiomelansäure* genannt hat. Die aus dem Holzgeist entste-  
de Verbindung hat eine durchaus davon verschiedene Zusam-  
setzung und es ist nicht unwahrscheinlich, dass der Stoff, der  
diese Weise sich bildet, ein verwickeltes Zersetzungsproduct,  
leicht nicht von constanter Zusammensetzung ist.

Sehr verschieden von der Thiomelansäure und den analogen  
bindungen, welche in der Hitze entstehen, sind die Stoffe,  
che durch Schwefelsäure bei längerer Einwirkung auf Holz  
ler Kälte entstehen.

Bekanntlich hat man diese Stoffe gleichfalls früher immer mit  
Namen Kohle bezeichnet. Hr. Prof. Marchand hat diesen  
f untersucht und mir gestattet, seine Resultate hier mitzu-  
len.

Durch eine 4 Wochen anhaltende Einwirkung der Schwefel-  
e auf feines Papier (schwedisches Filtrirpapier) war eine  
varze, sehr schwer auszuwaschende und sehr hygroskopische

---

\*) Annalen der Chem. u. Pharm. LIII. S. 135.

Masse erhalten, während eine Holzschwefelsäure sich gleichzeitig gebildet hatte.

Die Analyse der bei 180° im luftleeren Raume getrockneten Substanz gab folgende Resultate:

0,693 Grm. lieferten 1,695 Grm.  $\ddot{C}$  und  
0,243 Grm. Aq.

66,82 Proc. C und 3,90 Proc. H.

0,4285 Grm. gaben bei Bestimmung des Schwefels 0,0175 Grm. schwefelsauren Baryt oder 1,4 Proc. Schwefelsäure.

0,867 Grm. hinterliessen 0,0073 Grm. Asche oder 0,8 Proc. meist schwefelsaure Kalkerde.

Die Schwefelsäure, welche mehr in der Substanz war als zur Bildung der schwefelsauren Kalkerde gehörte, war offenbar durch noch nicht vollendetes Auswaschen anhängend zurückgeblieben.

Die Verbindung hat, wie man sieht, nicht die geringste Aehnlichkeit in der Zusammensetzung mit der Thiomelansäure. Das Kalksalz der abgeschiedenen Holzschwefelsäure hatte folgende Zusammensetzung:

0,2385 Grm. gaben 0,406 Grm.  $\ddot{C}$  und  
0,143 Grm. Aq.

46,42 Proc. C und 6,66 Proc. H.

0,706 Grm. gaben 0,223 schwefelsaure Kalkerde,  
31,5 Proc.

0,854 Grm. gaben 0,267 schwefelsaure Kalkerde,  
31,26 Proc.

Die Quantität der gefundenen Schwefelsäure reichte nur hin, um diese Mengen von Gips zu bilden.

Nach Abzug der Asche würde die schwarze Substanz bestehen aus:

$$C = 68,04$$

$$H = 3,97$$

$$O = 27,99$$

---


$$100,00.$$

Das Verhältniss von C : H : O ist ein ziemlich einfaches, nämlich 30 : 10 : 9. Eine solche Verbindung würde enthalten C = 68,7, H = 3,8 und O = 27,5.

Die Zusammensetzung des Kalksalzes führt zu keiner einfachen Formel und es ist kein Zweifel, dass durch die modificirte Einwirkung der Reagentien auch hier eine wesentliche Verschiedenheit herbeigeführt werden kann, wie bei den Producten der Stärke.

Will man die gefundene Zusammensetzung des Kalksalzes in einer Formel auszudrücken suchen, so stimmt mit den Analysen folgende, wenig mit der Zusammensetzung der Holzfaser übereinstimmende zusammen:

	Ber.	Gef.
$C_{33} = 2475$	46,47	46,42
$N_{28} = 350$	6,57	6,66
$O_8 = 800$	15,04	15,34
$2 \text{ } \ddot{S}\text{Ca} = 1760$	31,92	31,58
<hr/>	<hr/>	<hr/>
5325	100,00	100,00.

Bei einer zweiten Bereitung hatte die Schwefelsäure die dreifache Zeit auf das Papier eingewirkt; die schwarze Masse, die sich gebildet hatte, war ausserordentlich leicht durch Auswaschen von der anhängenden Säure zu befreien. Sie zeigte eine ähnliche Zusammensetzung wie die eben angeführte.

1,368 Grm. des trocknen Kalksalzes gaben 0,445 Grm. Rückstand, aus schwefelsaurem Kalk bestehend, = 32,52, also ähnlich wie die zuerst dargestellte Verbindung.

## XXVIII.

### Ueber die Einwirkung des Gerbstoffes auf die Stärke.

Von

**J. v. Kalinowsky.**

Es ist bekannt, dass Gerbsäure-Auflösung eine durchsichtige, wässerige Stärkeflüssigkeit in der Kälte trübt und endlich einen grauen, undurchsichtigen, flockigen Niederschlag liefert, der sich zu einem Magma vereinigt; durch die Wärme löst er sich auf und erscheint beim Erkalten der Flüssigkeit wieder.

Ich erhielt diesen erwähnten Niederschlag, dessen Zusammensetzung ich näher zu untersuchen wünschte.

Ich versetzte wässrige kalte Stärkemehlflüssigkeit mit einer Auflösung von reinem Gerbstoff; um den Niederschlag von anhängendem Gerbstoff zu befreien, kochte ich ihn so lange mit Alkohol aus, als die durchgehende Flüssigkeit noch auf schwefelsaures Eisenoxydul-Oxyd reagierte. Sehr bald bemerkte ich jedoch, dass auf diese Weise der Stärke aller Gerbstoff entzogen werden könne. Als die Masse durch Alkohol erschöpft war, wurde dieselbe in das Vacuum über Schwefelsäure gebracht; nach dem Trocknen darin stellte sie eine dem arabischen Gummi ganz ähnliche, geschmacklose, schwer zu zerreibende Masse dar, welche in kaltem Wasser gelatinös aufquoll und durch Jod sich blau färbte. Unter dem Mikroskop betrachtet, erschien sie als homogene, durchsichtige, zerrissene Stärkepartikelchen von verschiedener Grösse. Eisenvitriol färbte weder die Masse selbst, noch die mit ihr in Berührung gewesene Flüssigkeit; Jod bläute auch diese.

Die bei 100° getrocknete Substanz wurde analysirt.

0,493 Grm. lieferten 0,821 Grm. Kohlensäure und  
0,297 Grm. Wasser.

45,41 Proc. C und 6,69 Proc. H.

Diese Analyse zeigte in der That, dass der Gerbstoff fast völlig aus der Verbindung entfernt war.

Da es möglich war, dass der siedende Alkohol die Verbindung zerlegt haben konnte, so wurde der auf gleiche Weise erhaltene Niederschlag decantirt, mit kaltem Wasser abgewaschen, dieses öfter wiederholt und die Verbindung nun im Vacuum über Schwefelsäure getrocknet. Sie enthielt eine bemerkbare Quantität Gerbsäure, doch auch diese konnte nur anhängend sein, denn bei der Analyse fand sich, dass

0,4095 Grm. der Substanz, die nach 14 Tagen im Vacuum nichts mehr verloren hatte,

0,686 Grm. Kohlensäure und 0,222 Grm. Wasser gaben, oder:

45,68 C
6,02 H
48,30 O
<hr/> 100,00.

Das Verhältniss von Wasserstoff zu Sauerstoff ist hier sehr nahe 1 : 8, daher die Menge der Gerbsäure nur sehr gering sein muss, welche hierin enthalten sein konnte.

Bemerkenswerth ist es, dass die Stärke, wenn sie durch Gerbsäure niedergeschlagen ist, im Vacuum über Schwefelsäure getrocknet, ohne dass eine höhere Temperatur darauf eingewirkt hat, nach der Formel  $C_{12} H_{10} O_{10}$  zusammengesetzt ist, nach der sie enthalten muss:

$C_{12}$	=	900	44,44
$H_{10}$	=	125	6,17
$O_{10}$	=	1000	49,39
			2025
			100,00,

Obgleich sie das Aequivalent Wasser, welches sie sonst unter gleichen Umständen zurückhält, nun bei 100° verliert.

## XXIX.

### Ueber die Dichtigkeit der Gasarten.

Von

**V. Regnault.**

(Compt. rend. T. XX. No. 14. p. 975.)

Die Methode, welche man gewöhnlich anwendet, um die Dichtigkeit eines Gases zu bestimmen, besteht darin, einen Glasballon von sehr grosser Capacität zu wiegen:

1) wenn dieser Ballon mit trockner Luft bei einer bekannten Temperatur  $t$  und unter einem atmosphärischen Drucke  $H$  angefüllt ist;

2) nachdem man den Ballon mittelst der Luftpumpe leer gepumpt, so dass die zurückbleibende Luft nur einen sehr geringen Druck  $h$  bei der Temperatur  $t$  ausübt, welche ich, der Einfachheit wegen, gleich der setze, bei welcher die erste Bestimmung stattfand;

3) nachdem der Ballon mit dem völlig reinen Gase angefüllt ist, bei dem Druck  $H'$  und der Temperatur  $t'$ ;

4) endlich, nachdem der Ballon von Neuem ausgepumpt so dass das Gas nur einen sehr geringen Druck ausübt,  $h'$ , der Temperatur  $t'$ .

Es seien  $P, p, P', p'$  die vier Gewichte bei diesen Wägen. Das Gewicht der Luft, welche den Ballon bei der Temperatur  $t$  und unter dem Druck  $H-h$  anfüllt, ist gleich  $P-p$ .

Das Gewicht der Luft, welche den Ballon bei  $0^\circ$  und 760 anfüllte, wäre also:

$$(P-p) \frac{760}{H-h} \cdot \frac{1 + \alpha t}{1 + \kappa t},$$

wo  $\alpha$  den Ausdehnungscoefficient der Luft,  $\kappa$  den des Glases zeichnet. Das Gewicht des Gases ist  $P'-p'$  unter dem Druck  $H'-h'$  und bei der Temperatur  $t'$ . Das Gewicht des Gases  $0^\circ$  und 760 Mm. wird also sein:

$$(P'-p') \frac{760}{H'-h'} \cdot \frac{1 + \alpha t'}{1 + \kappa t'},$$

wenn wir voraussetzen, dass der Ausdehnungscoefficient des Gases derselbe ist wie der der Luft.

Die Dichtigkeit des Gases wird also ausgedrückt durch folgendes Verhältniss dieser beiden Gewichte:

$$\frac{P'-p'}{P-p} \cdot \frac{H-h}{H'-h'} \cdot \frac{1 + \kappa t}{1 + \kappa t'} \cdot \frac{1 + \alpha t'}{1 + \alpha t}.$$

Diese Methode erfordert die genaue Kenntniss mehrerer Elemente, deren gegenwärtige Bestimmung im Allgemeinen groe Unsicherheiten darbietet.

Man muss mit grosser Genauigkeit die Temperaturen  $t$  und  $t'$  kennen, welche die Luft und der Ballon im Augenblicke des Schliessens besitzen. Man begnügt sich gewöhnlich damit, Thermometer zu beobachten, welches in der Nähe des Ballons sich befindet; diess Verfahren ist sehr mangelhaft. Das Thermometer wird afficirt durch fremde Umstände, und die Temperatur, welche es anzeigt, kann wesentlich verschieden von der sein, welche die Luft besitzt, in der es sich befindet, und noch mehr von der, welche das Gas im Ballon besitzt.

Die Herren Dumas und Boussingault, welche sich zuletzt mit so vielem Erfolge \*) beschäftigt haben mit der Bestimmung

\*) *Ann. de Chim. et de Phys. Sér. III. Tom. III. p. 270. Auszug in dies. Journ. XXIV. 65.*

ang der Dichtigkeit einiger Gase, bringen das Thermometer, welches die Temperatur des Gases anzeigen soll, in die Mitte des Ballons und machen zur grössern Sicherheit die Temperatur sehr wenig variabel, indem sie den Ballon in eine künstliche Hülle bringen, welche durch einen Zinkcylinder mit doppelten Wänden gebildet ist, deren Zwischenräume mit Wasser ausgefüllt sind. Dieses hat eine Temperatur, die sehr nahe der Wärme der umgebenden Luft ist. Bei dieser Anordnung kann man annehmen, dass die Temperatur des Gases mit hinreichender Genauigkeit bekannt sei.

Aber viel grössere Ungenauigkeiten bestehen im Wägen des Ballons; denn man muss den Ballon in der Luft wägen; um sein wahres Gewicht zu haben, muss man zu dem scheinbaren Gewichte das Gewicht der Luft hinzurechnen, welches die Hülle des Ballons verdrängt. Dieses Gewicht ist, wenigstens in gewissen Fällen, beträchtlicher als das des Gases, welches den Ballon erfüllt, so dass es nothwendig ist, dass man es mindestens mit gleicher Genauigkeit kenne. Bis zu einem gewissen Punkte sind wir Herren des Gases, welches wir in den Ballon bringen; wir können es so darstellen, dass wir sicher sind, dass es rein sei; diess ist nicht der Fall mit der atmosphärischen Luft, die uns umgiebt; diese müssen wir nehmen, wie sie eben ist. In einem geschlossenen Zimmer kann die Luft in ihrer Zusammensetzung sich merklich ändern; ihre Temperatur, ihr hygrometrischer Zustand wechseln ununterbrochen. Die Herren Dumas und Boussingault haben geglaubt, dem Fehler, welcher hieraus hervorgehen könne, völlig zu begegnen, indem sie unter ihre Wage einen grossen Schrank brachten, der mit Blei ausgelegt war, in welchem der Ballon, an einer Wagschale aufgehängt, schwebte. In dem Schranke befindet sich ein sehr empfindliches Thermometer, welches die Temperatur des Schrankes angiebt. Diese Einrichtung ist ohne Zweifel bei weitem dem gewöhnlichen Verfahren vorzuziehen, nach dem man den Ballon frei in der Luft im Zimmer schweben lässt; im Schranke ist der Ballon geschützt gegen die Luftströmungen, welche die Wägungen sehr unsicher machen; die Temperatur der Luft, in welcher der Ballon sich befindet, ändert sich sehr langsam; dennoch können auf diese Weise nicht alle Fehlerquellen verbannt werden, welche von den Schwankungen in der Zusammensetzung der Luft herrühren. Diese Schwan-

kungen dürfen durchaus nicht vernachlässigt werden, namentlich wenn man mit sehr leichten Gasen, z. B. Wasserstoff, operirt.

Zu derselben Zeit als die Herren Dumas und Boussingault ihre Gaswägungen anstellten, beschäftigte ich mich mit der Bestimmung der Dichtigkeit der Wasserdämpfe unter verschiedenem Drucke, namentlich unter sehr geringem Drucke. Diese Untersuchungen machen einen Theil einer Arbeit über die Hygrometrie aus, welche ich seit mehreren Jahren verfolge. Ich war überrascht von der Unsicherheit der gewöhnlichen Methoden, die Gase zu wägen, namentlich durch den Einfluss der schwankenden Zusammensetzung der Luft, welcher mir von den Physikern nicht hinreichend berücksichtigt schien, und ich gelangte zu einer Methode, welche einen grössern Grad von Genauigkeit und Sicherheit gewährt als irgend eine bisher angewandte.

Ich vermeide, und zwar durch einen sehr einfachen Kunstgriff, die Unsicherheiten, welche aus den Veränderungen der Luft entspringen, in der man den Ballon wägt. Anstatt den an die eine Wagschale angehängten Ballon in das Gleichgewicht zu setzen, indem man Gewichte auf die zweite Schale legt, bringe ich das Gleichgewicht durch einen zweiten Ballon hervor, der hermetisch verschlossen ist und dasselbe äussere Volumen darbietet wie der erste. Diesen zweiten Ballon hängt man an die zweite Schale der Wage an, so dass beide in derselben Luftschicht schweben. Beide Ballons verdrängen ein gleiches Volumen Luft; alle Veränderungen der Luft wirken also auch genau auf dieselbe Weise auf beide Ballons ein, wie z. B. die Veränderungen in der Temperatur, dem Barometerstande und endlich in der Zusammensetzung der Luft. Man hat sich nicht mehr im Augenblicke der Wägungen damit zu beschäftigen, Beobachtungen der Temperatur, des Barometer- und Hygrometerstandes zu machen; es genügt abzuwarten, dass beide Ballons eine gleiche Temperatur angenommen haben; ist das Gleichgewicht einmal hergestellt, so bleiben sie darin ununterbrochen. Man hat also ein sehr sicheres Kennzeichen, um zu wissen, wenn die Wägung aufgezeichnet werden muss.

Diese Methode bietet noch einen andern Vortheil dar: Das Glas ist ein sehr hygrometrischer Körper; die Wassermenge, welche sich auf der Oberfläche condensirt, schwankt mit dem Feuchtigkeitszustande der Luft; sie muss daher bei den verschie-

denen Wägungen gleichfalls schwanken und neue Fehler herbeiführen. Diese Fehlerquelle ist natürlich bei meinem Verfahren völlig umgangen; beide Ballons sind aus einem und demselben Glase gefertigt, man kann also annehmen, dass sie wesentlich die gleiche Menge von Feuchtigkeit condensiren werden, wenn sie in dieselbe Luft getaucht sind; es wird also genügen, beide Ballons zu gleicher Zeit abzuwischen und sie während einer hinreichend langen Zeit an der Wage aufgehängt zu erhalten, damit sie sich völlig in's Gleichgewicht in Beziehung auf Temperatur und Feuchtigkeitsgrad setzen können. Man erkennt übrigens, dass dieser Zeitpunkt eingetreten ist, an der Constanz der Angaben der Wage.

Die Ballons haben die Capacität von etwa 10 Litern. Der, welcher das Gas einschliessen soll, hat eine Fassung mit einem Hahn; diese Fassung ist an dem Hals des Ballons angebracht, und zwar in der Weise, dass der Ballon selbst und sogar der Hahn dem Dampfe des kochenden Wassers ohne Unbequemlichkeit ausgesetzt werden kann. Diese Fassung besteht aus zwei Stücken, die man durch Schrauben gegen einander presst und die einen Ausschnitt zwischen sich haben. Den Hals des Ballons umgiebt man mit einem Wulst von Hanf, der stark imprägnirt ist mit einem Kitt aus gleichen Theilen Mennige und Bleiweiss, welche mit Leinöl zu einem steifen Brei angemacht sind.

Indem man beide Theile der Fassung mit Schrauben an einander presst, drückt man den Wulst in dem Ausschnitte zusammen und der Ueberschuss des Kittes dringt zwischen die beiden genäherten Oberflächen. Damit der Kitt nicht in das Innere des Ballons hineindringen kann, ist der untere Theil des Hahnes ganz genau auf der obern Fläche der Oeffnung des Halses abgeschliffen.

Dieser Kitt erhärtet sehr schnell, namentlich wenn man den Ballon öfters in siedendem Wasserdampf erhitzt; ein Theil des Leinöls wird ausgepresst; der Kitt wird hart wie ein Stein und schliesst fortwährend völlig hermetisch, nicht allein in der Kälte, sondern auch bei hohen Temperaturen, ohne dass plötzliche Temperaturveränderungen Sprünge und Risse veranlassten.

Ist der Ballon mit der Fassung versehen, so bestimme ich genau das Luftvolumen, welches durch seine Oberfläche verdrängt wird. Hierzu fülle ich ihn vollständig mit Wasser und wiege ihn in Wasser, welches genau dieselbe Temperatur besitzt wie das

in ihm enthaltene. Das scheinbare Gewicht des Ballons Wasser ist hinreichend gering, um bestimmt werden zu können, indem man ihn an eine Schale einer Fortin'schen Wage bringt. Ich nehme den Ballon aus dem Wasser, in welches er getaucht war, wische ihn ab und wiege ihn, mit Wasser angefüllt, auf einer andern Wage, welche erlaubt, sein Gewicht bis auf ein Decigramm zu bestimmen. Der Unterschied zwischen den Wägungen giebt das Gewicht des Wassers, welches die Oberfläche des Ballons verdrängt wird.

Ich wählte nun einen zweiten Ballon, von demselben Material angefertigt und von fast derselben Capacität. Ich bestimmte dieselbe Weise das Gewicht des Wassers, welches sein äusseres Volumen verdrängt, mit der Vorsicht, dass das Wasser genau dieselbe Temperatur besitze wie das, welches zu der ersten Wägung dient hatte.

Ich will annehmen, dass das äussere Volumen des zweiten Ballons etwas geringer ist als das des ersten, wenn derselbe der Fassung und Hahn versehen ist; ich bringe nun eine messingene Fassung an den Hals des zweiten Ballons, mit einem Hahn versehen, um ihn an die Wagschale aufzuhängen. Fügt man das Gewicht des durch diese Fassung verdrängten Wassers zu dem Gewicht hinzu, welches der Ballon verdrängt, und ist es noch um  $n$  Grammen leichter als das durch den ersten Ballon verdrängte Wasser, so genügt es, an den zweiten Ballon eine zugeblasene Glasröhre zu hängen, welche genau  $n$  Cubikcentimeter Wasser verdrängt.

Ehe der zweite Ballon hermetisch verschlossen wird, bringe ich eine gewisse Quantität Quecksilber hinein, die so gross ist, dass, wenn beide Ballons, mit Luft gefüllt, an der Wage aufgehängt sind, man auf der Schale mit dem ersten Ballon ungefähr 10 Grammen auflegen muss, um das Gleichgewicht herzustellen.

Beide auf diese Weise vorgerichtete Ballons sind mehreren Prüfungen unterworfen worden, um zu sehen, ob sie allen Anforderungen entsprechen. Sie blieben 14 Tage an den Wagschalen hängen und das Gleichgewicht blieb völlig constant, obwohl sich während dieser Zeit die Temperatur von  $0^{\circ}$  bis  $15^{\circ}$  und der Barometerstand von 771 Mm. bis 741 Mm. änderte.

Im Allgemeinen wurde nun auf folgende Weise verfahren. Nachdem der Ballon so vollständig als möglich ausgepumpt war, setzte man ihn in Verbindung mit dem Apparate, aus dem das

ückelt wurde, das untersucht werden sollte, und öffnet den auf die Weise, dass das Gas im Apparat einen unbedeutenden Ueberschuss im Druck beibehält. Ist der Ballon mit Gas gefüllt, so setzt man ihn von Neuem mit der Luftpumpe in Verbindung, bringt ein sehr vollständiges Vacuum hervor und füllt den Ballon von Neuem mit dem Gase. Um eine jede Temperatur-contraction zu vermeiden, welche nothwendiger Weise die Kenntniss vom Ausdehnungscoëfficienten des Gases erfordern würde, so stellt man den Ballon in ein Zinkgefäss gestellt, in welchem er mit schmelzendem Eise vollkommen umgeben wurde. Ehe der Ballon verschlossen wurde, setzte man ihn in unmittelbare Verbindung mit der Atmosphäre, damit sich das Gas mit dem Barometer-Quecksilber in Gleichgewicht setze. Nachdem der Ballon aus dem Eise herausgenommen worden, wurde er mit Wasser abgewaschen, abgewischt und an die Wage gehängt. Es bedarf sehr kurzer Zeit, oft zwei Stunden, damit der Ballon völlig die Temperatur der umgebenden Luft annimmt und die Oberfläche sich mit der normalen Feuchtigkeitsmenge bedeckt.

Die Wägungen wurden auf einer ausgezeichneten Wage, von Deleuil ausgeführt und Hrn. Paul Thénard gehörig, geteilt; bei einer Belastung von 1 Kilogramm auf jeder Schale beträgt sie noch mit Sicherheit ein halbes Milligramm zu bestimmen.

Die Wage wurde auf einen Schrank gestellt, der nach dem von den Herren Dumas und Boussingault benutzten angeteilt war.

Bei meiner Verfahrungsweise wird eine gewöhnliche Forchende Wage vollkommen ausreichen, wenn man nur die Balance gegen den Luftzug durch einige Pappenbogen schützt. Zu jeder Wägung nähert sich der Beobachter nicht mehr der Wage; er beobachtet die Schwingungen des Wagebalkens durch Fernrohr.

Die Herren Dumas und Boussingault haben in ihrer Abhandlung einen Umstand angegeben, welcher oft Fehler bei Wägungen hervorrufen kann. Wenn man den Ballon mit einem trocknen leinenen Tuche abwischt, so elektrisirt man ihn sehr bemerkbar. Ich war erstaunt über die ausserordentlich lange Zeit,

welche erforderlich ist, um die Elektricität zu zerstreuen; ein gewöhnlicher Ballon wog in den ersten Augenblicken  $\frac{3}{4}$  Grammen mehr, als sein eigentliches Gewicht war; noch nach einer Stunde war die Elektricität nicht ganz zerstreut.

hatte er einen Ueberschuss von 0,15 Grammen. Nach 5 Stunden war er noch mehr als 1 Centigrm. schwerer. Der Einfluss der Elektricität ist noch bemerkbarer, wenn die Wände des Schrankes mit Blei ausgelegt sind und der Ballon denselben ziemlich nahe ist.

Die Elektricität verschwindet augenblicklich, wenn man den Ballon mit einem feuchten Tuche reibt. Bei allen meinen Versuchen habe ich den Ballon mit einer Serviette abgetrocknet, welche mit destillirtem Wasser schwach angefeuchtet war; und ehe ich denselben an die Wage hing, überzeugte ich mich durch ein Goldblatt-Elektroskop, dass keine Spur von Elektricität vorhanden war.

Die Ballons blieben bis zum andern Tage an der Wage hängen, um sicher zu sein, dass ihr Gewicht völlig constant blieb. Der barometrische Druck, so wie die Spannkraft des Gases, welches in dem Ballon nach dem Auspumpen zurückblieb, wurden durch einen eigenthümlichen Apparat gemessen, den ich *barometrisches Manometer* nenne. Dieser Apparat kann leicht und mit wenig Kosten construiert werden und bietet dabei eine grössere Genauigkeit dar, als man mit dem grössten Barometer erlangen kann. Er besteht aus zwei Röhren, *A* und *B*, welche an einer Platte befestigt sind, die selbst unbeweglich an einer senkrechten Mauer angebracht ist.

Die Röhre *A* ist ein Barometer von 20 Millim. innerem Durchmesser. Man kocht das Quecksilber darin mit der grössten Sorgfalt aus und stürzt dann die Röhre in eine Wanne um, die mit trockenem Quecksilber angefüllt ist. Die Wanne besteht aus einem gusseisernen rechtwinkligen Kästchen mit zwei Abtheilungen; die kleinere dient als Gefäss für das Barometer. In die zweite Abtheilung taucht die Röhre *B*, welche denselben Durchmesser hat wie *A* und welche mittelst einer Bleiröhre mit dem Apparaten in Verbindung gesetzt werden kann, in denen der Druck gemessen werden soll, der geringer ist als der der Atmosphäre. Ein Hahn, der an dieser Abtheilung angebracht ist, erlaubt das Niveau des Quecksilbers zu erniedrigen.

Will man mit Hülfe des Apparates den atmosphärischen Druck bestimmen, so giesst man Quecksilber in die Wanne, so dass sein Niveau die Scheidewand übersteigt; sodann lässt man eine Schraube, welche oben und unten mit einer geschwärzten

nitze versehen ist, hinab, bis die untere Spitze das Niveau des Quecksilbers genau berührt, und misst nun, mit Hülfe eines Kathetometers, die Differenz der Höhe zwischen dem Niveau des Quecksilbers im Barometer und der oberen Spitze der Schraube, und addirt zu der Höhe selbst die Entfernung beider Spitzen von einander. Nachdem man den Ballon mit Gas gewogen hat, pumpt man ihn leer. Zu diesem Zwecke bringt man ihn von Neuem in ein Eis und setzt mittelst einer dreischenkeligen Röhre ihn einerseits mit der Luftpumpe, andererseits mit der Röhre des Kathetometers in Verbindung. Nachdem das Vacuum hergestellt ist, trennt man die Luftpumpe und misst nach einiger Zeit mit dem Kathetometer die Differenz zwischen beiden Quecksilberhöhen in den Röhren A und B. Die Spannkraft des Gases wird durch die Grösse dieser Differenz gemessen.

Die Scheidewand, welche die kleine Wanne in zwei Hälften theilt, ist nothwendig, um das Barometer luftleer zu halten; ich habe gefunden, dass, wenn man häufig und in grossen Schwingungen das Quecksilber bewegt, sich sehr bald etwas Luft in den oberen Raum begiebt und man sehr merkliche Fehler nach einiger Zeit an dem Instrumente bemerkt. Die Gegenwart der Scheidewand erlaubt, die beiden Abtheilungen zu trennen, im Augenblicke, wenn man auspumpt und die Luft wieder hinzulässt.

Der leere Ballon wird mit den angegebenen Vorsichtsmaassregeln gewogen. Die Differenz  $P - p$  zwischen den in beiden Wägungen erhaltenen Gewichten stellt das Gewicht des Gases dar, welches den Ballon bei  $0^\circ$  anfüllt, unter einem Druck, gleich dem barometrischen Druck  $H$ , im Augenblicke des Schliessens des Hahnes beobachtet, weniger der elastischen Kraft  $h$  des Gases, welches im Ballon nach der Entleerung zurückgeblieben war. Das Gewicht des Gases bei  $0^\circ$  unter dem normalen Drucke von 760 Mm. ist also:

$$(P - p) \frac{760}{H - h}.$$

Um eine neue Gaswägung anzustellen, setzt man den leeren Ballon, umgeben mit schmelzendem Eise, in Verbindung mit dem Apparate, der das Gas erzeugt, und beginnt von Neuem mit den angegebenen Operationen. Das Gas wird mithin bei jeder neuen Vorrichtung nur reiner. Ich habe bemerkt, dass man erst nach der vierten Füllung ein Gas erhält, welches durchaus dasselbe

Gewicht zeigt. Früher pflegte man nach der dritten Füllung zur Wägung zu schreiten.

Es ist rathsam, sich davon zu unterrichten, ob das Gas, mit welchem man operirt, dem Mariotte'schen Gesetze folgt, bei Drucken, welche schwächer als der gewöhnliche atmosphärische sind; diese Prüfung ist durchaus nothwendig, wenn man das specifische Gewicht der Gase zu der Bestimmung der chemischen Aequivalente benutzen will. Denn das Gesetz der Gasvolumina und der einfachen Beziehungen, welche zwischen ihrer Dichtigkeit und den Atomgewichten bestehen, existiren streng genommen nur bis zu einer gewissen Grenze, nie für den Zustand der äussersten Verdünnung; man muss sich daher überzeugen, ob die Abweichung von diesen Gesetzen nicht schon bei dem Atmosphärendruck bemerkbar wird.

Diese Prüfung stellt man auf folgende Weise an: Nachdem man den Ballon bei  $0^{\circ}$  und unter dem Atmosphärendruck mit dem Gase gewogen hat, setzt man ihn in das Eis und verbindet ihn mit der Luftpumpe und der Röhre *B* des Manometers; man evacuirt ihn zum Theil und entfernt die Luftpumpe. Nach einer Stunde misst man die Differenz des Niveau's beider Quecksilbersäulen, welche die Spannkraft des im Ballon zurückbleibenden Gases giebt. Man schliesst den Hahn und wiegt den Ballon.

Man bestimmt auf diese Weise mit grosser Genauigkeit das Gewicht des Gases, welches den Ballon unter mehr und mehr vermindertem Druck erfüllt, bei derselben Temperatur  $0^{\circ}$ ; hierdurch kann man sich also versichern, ob diese Wägungen dem Mariotte'schen Gesetze entsprechen. Dieses Verfahren ist bei weitem genauer als das, welches auf das Messen der Volumina sich bezieht; es gestattet, mit Gasen zu operiren, welche ganz genau bei derselben Temperatur sich erhalten.

Man wird unten die Beispiele dieser Prüfung für die Luft und die Kohlensäure finden.

Endlich kann man mit dem Ballon, wie er vorgerichtet ist, das Gewicht des Gases bestimmen, welches den Ballon bei der Temperatur von  $100^{\circ}$  unter dem atmosphärischen Druck erfüllt, also auch die Dichtigkeit des Gases, verglichen mit der der Luft bei  $100^{\circ}$ . Diese Dichtigkeit muss ganz genau dieselbe sein wie die, welche aus den Wägungen bei  $0^{\circ}$  abgeleitet ist, damit die *Dichtigkeit* zu Bestimmung des Atomgewichtes dienen könne;

n hierzu ist nöthig, dass das Gas dieselbe Ausdehnung zeige die Luft. Jedenfalls kann man aus dem Gewichte des Gases, welches den Ballon bei 100° und bei 0° erfüllt, den Ausdehnungscoefficienten des Gases berechnen.

Es sei  $P$  das Gewicht des Gases, welches den Ballon bei 0° 760 Mm. erfüllt,

$p$  der Gewichtsverlust, welchen der Ballon erleidet, wenn der Temperatur  $T$  unter dem Drucke  $Ho'$  ausgesetzt ist; das Gewicht des Gases, welches den Ballon bei 0° und  $Ho'$  Druck erfüllt, wird sein:

$$P \frac{Ho'}{760};$$

das Gewicht des Gases, welches den Ballon bei  $T^\circ$  unter dem Drucke  $Ho'$  erfüllt, ist:

$$\left( Po \frac{Ho'}{760} - p \right).$$

Das Gewicht des Gases, welches unter denselben Verhältnissen der Temperatur und des Druckes den Ballon erfüllen würde, von der Capacität, die er bei 0° besitzt, würde dann sein:

$$\left( Po \frac{Ho'}{760} - p \right) \left( \frac{1}{1 + \alpha T} \right),$$

unter 760 Mm. Druck:

$$\left( Po \frac{Ho'}{760} - p \right) \left( \frac{1}{1 + \alpha T} \right) \frac{760}{Ho'}.$$

Das Verhältniss der Dichtigkeiten desselben Gases bei 0°  $T^\circ$  ist:

$$\frac{\left( Po \frac{Ho'}{760} - p \right)}{Po} \frac{1}{1 + \alpha T} \frac{760}{Ho'};$$

es Verhältniss ist aber auch gleich:

$$\frac{1}{1 + \alpha' T'}$$

n  $\alpha'$  der Ausdehnungscoefficient des Gases ist; folglich ist

$$\frac{1}{1 + \alpha' T} = \frac{\left( Po \frac{Ho'}{760} - p \right)}{Po} \frac{1}{1 + \alpha T} \frac{760}{Ho'},$$

aus  $\alpha'$  abgeleitet werden kann.

Um den Ballon der Temperatur des siedenden Wassers anzusetzen, hänge ich ihn mitten in einem grossen galvanisirten Eisenblechgefäss auf, von 0,80''' Höhe und 0,45''' Durchmesser; der Hahn befindet sich unmittelbar unter dem Deckel. Bei andern Versuchen tauchte der Hahn selbst in den Dampf ein, und man handhabte ihn mittelst eines Schlüssels, der die Seitenwand des Gefässes durch eine Tubulatur durchdrang. Der Kessel enthielt eine Wasserschicht von 2 Decimeter Dicke.

Endlich kann man sich überzeugen, ob das Gas, wenn es zu  $100^{\circ}$  erwärmt ist, dem Mariotte'schen Gesetze folgt; es genügt hierzu, die Versuche zu wiederholen, wenn der Ballon in heissen Wasserdampfe sich befindet, welche angestellt wurden, während er von dem schmelzenden Eise umgeben war.

Kurz, das Verfahren, welches ich beschrieben habe, erlaubt die Dichtigkeiten der Gase mit grösserer Genauigkeit und ohne viel grössere Mühe zu bestimmen als bisher. Es giebt die Dichtigkeiten bei  $0^{\circ}$  und  $100^{\circ}$ , es giebt den Ausdehnungscoefficienten der Gase unmittelbar; endlich lässt es mit grosser Schärfe erkennen, ob das Gas dem Mariotte'schen Gesetze zwischen  $0^{\circ}$  und  $100^{\circ}$  folgt.

Ich will jetzt die Resultate der von mir angestellten Versuche mittheilen, ohne einen einzigen auszulassen, damit man beurtheilen kann, welcher Grad von Genauigkeit hierbei zu erreichen ist.

### Untersuchungen über die atmosphärische Luft.

*Bestimmung des Gewichtes der trocknen Luft, welche den Ballon bei  $0^{\circ}$  und 760 Mm. Druck anfüllt.*

Die Luft war von einem grossen Hofe geschöpft worden, durchstrich zuerst eine grosse Uförmige Röhre, gefüllt mit Glasstückchen, die mit einer concentrirten Kalilösung benetzt waren, sodann eine zweite Röhre, welche mit Stücken von kaustischen Kali angefüllt war, und endlich eine dritte Röhre, in der viel Bimsstein, mit Schwefelsäure getränkt, befand. Nachdem der Ballon durch Aspiration mit Luft gefüllt war, so wandte man einen überschüssigen Druck an, indem man die Luft mit Hülfe eines Blasebalges hineintrieb.

Um den Druck in dem Ballon mit dem der Atmosphäre in das Gleichgewicht zu setzen, hob man eine mit Quecksilber gefüllte Eprouvette, in welche eine lange Röhre eintauchte, die unmittelbar mit dem Ballon in Verbindung stand. Diese letzte Vorsicht ist unumgänglich nöthig, denn die in dem Ballon eingeschlossene Luft findet sich oft unter einem geringeren Drucke als der der Atmosphäre ist, da das Gas beim Hindurchströmen durch die kleinen Lücken der U förmigen Röhre einigen Widerstand findet.

**I. Ballon voll Luft im Eise. Höhe des Barometers, auf 0° reducirt, im Augenblick des Schliessens des Hahnes**

$$H_o = 761,19 \text{ Mm.}$$

**Zugelegtes Gewicht**  $p = 1,487 \text{ Grm.}$

**Ballon, leer von Luft, im Eise; Spannkraft der im Ballon zurückgebliebenen Luft im Augenblicke des Schliessens des Hahnes**

$$h_o = 8,43 \text{ Mm.}$$

**Zugelegtes Gewicht**  $P = 14,141 \text{ Grm.}$

**Gewicht der Luft, welche durch die Luftpumpe aus dem Ballon herausgepumpt war** 12,654, bei einem Druck von 752,76 Mm.

**Das Gewicht der Luft also, welche den Ballon bei 0° und 760 Mm. erfüllte = 12,7744 Grm.**

**II. Gefüllter Ballon**  $H_o = 754,66 \text{ Mm.}$

$$p = 1,583 \text{ Grm.}$$

**Leerer Ballon**  $h_o = 7,00$

$$P = 14,1555 \text{ Grm.}$$

**Gewicht der Luft bei 0° u. 760 Mm. = 12,7800 Grm.**

**III. Gefüllter Ballon**  $H_o = 758,61 \text{ Mm.}$

$$p = 1,516 \text{ Grm.}$$

**Leerer Ballon**  $h_o = 4,62 \text{ Mm.}$

$$P = 14,196 \text{ Grm.}$$

**Gewicht der Luft bei 0° u. 760 Mm. = 12,7809 Grm.**

**IV. Gefüllter Ballon**  $H_o = 746,10 \text{ Mm.}$

$$p = 1,718 \text{ Grm.}$$

**Leerer Ballon**  $h_o = 2,93 \text{ Mm.}$

$$P = 14,2115 \text{ Grm.}$$

**Gewicht der Luft**  $= 12,7764 \text{ Grm.}$

V. Gefüllter Ballon	$H_o = 747,28 \text{ Mm.}$
	$p = 1,7005 \text{ Grm.}$
Leerer Ballon	$h_o = 1,97 \text{ Mm.}$
	$P = 14,232 \text{ Grm.}$
Gewicht der Luft	$= 12,7795 \text{ Grm.}$
VI. Gefüllter Ballon	$H_o = 747,21$
	$p = 1,699.$
Leerer Ballon	$h_o = 7,56 \text{ Mm.}$
	$P = 14,1345 \text{ Grm.}$
Gewicht der Luft	$= 12,7775 \text{ Grm.}$
VII. Gefüllter Ballon	$H_o = 753,76$
	$p = 1,4375.$
Leerer Ballon	$h_o = 5,97 \text{ Mm.}$
	$P = 14,013 \text{ Grm.}$
Gewicht der Luft	$= 12,7808 \text{ Grm.}$
VIII. Gefüllter Ballon	$H_o = 774,46 \text{ Mm.}$
	$p = 1,06663 \text{ Grm.}$
Leerer Ballon	$h_o = 5,58 \text{ Mm.}$
	$P = 13,9915 \text{ Grm.}$
Gewicht der Luft	$= 12,7759 \text{ Grm.}$
IX. Gefüllter Ballon	$H_o = 774,41$
	$p = 1,064.$
Leerer Ballon	$h_o = 5,58 \text{ Mm.}$
	$P = 13,9915 \text{ Grm.}$
Gewicht der Luft bei $0^\circ$ u. $760 \text{ Mm.}$	$= 12,7774 \text{ Grm.}$

Die Gewichte der Luft, welche den Ballon bei  $0^\circ$  und  $760 \text{ Mm.}$  erfüllt, sind also gefunden worden zu:

I.	12,7744 Grm.
II.	12,7800
III.	12,7809
IV.	12,7764
V.	12,7795
VI.	12,7775
VII.	12,7808
VIII.	12,7759
IX.	12,7790
Mittel	12,7781.

Die grösste Differenz in den einzelnen Versuchen erhebt sich bis auf 0,0065 oder  $\frac{1}{2000}$  der gefundenen Zahl. Diese Differenz rührt wahrscheinlich mehr von dem Wechsel in der Zusammensetzung der Luft her, als von Beobachtungsfehlern.

Man bezieht jetzt allgemein die Dichtigkeiten der Gase auf die der atmosphärischen Luft; dieses Uebereinkommen hat etwas Beschwerliches, denn es setzt voraus, dass die Zusammensetzung der Luft durchaus unveränderlich sei. Es wäre sehr zu wünschen, dass in Zukunft die Dichtigkeit der Gase auf ein einfach und leicht rein darzustellendes einfaches Gas bezogen würde, z. B. auf den Sauerstoff.

Diese Wahl würde um so annehmbarer sein, da man diesen Körper schon zum Ausgangspunct für die chemischen Aequivalente gewählt hat.

### *Prüfung des Mariotte'schen Gesetzes für die atmosphärische Luft.*

Im Versuch No. IV wurde der Ballon gewogen, nachdem man ihn, in Eis getaucht, zum Theil luftleer gemacht hatte. Man erhielt:

Elastische Kraft der Luft im Ballon  $F_0 = 306,03$  Mm.

Hinzugefügtes Gewicht  $P' = 9,122$  Grm.

Hieraus und aus den Versuch IV mitgetheilten Daten ergibt sich:

Gewicht der Luft im Ballon bei  $0^\circ$  und 303,10 Mm.

Druck  $= 5,0895$  Grm.

Die Berechnung nach dem Mariotte'schen Gesetze

giebt für dasselbe Gewicht, wenn der Ballon bei

$0^\circ$  und 760 Mm. 12,7764 Grm. Luft fasst  $= 5,0954$

Differenz  $0,0059$ .

Im Versuch V fand man:

Gewicht der Luft bei 760 Mm. und  $0^\circ = 12,7795$  Grm.

Ballon im Eis  $F_0 = 314,32$  Mm.

$P' = 8,981$  Grm.

Hieraus und aus den No. V gegebenen Daten folgt:

Gewicht der Luft im Ballon bei  $0^\circ$  und 312,35 Mm.  $= 5,251$

die Rechnung ergibt  $= 5,2522$

Differenz  $0,0012$ .

Im Versuch No. IX war das Gewicht der Luft = 12,779.

$$P_0 = 363,80 \text{ Mm.}$$

$$P' = 7,969 \text{ Grm.}$$

Darnach ist das Gewicht der Luft bei 0° u. 358,22 Mm. = 6,0225  
die Rechnung ergiebt = 6,0233

$$\text{Differenz } 0,0008$$

Die Rechnung giebt constant einen kleinen Gewichtsüberschuss gegen den Versuch; jedoch sind die Differenzen zu gering, um sich nicht durch einen Beobachtungsfehler erklären zu lassen.

### *Bestimmung des Ausdehnungscoëfficienten der Luft.*

Im Versuch No. I wog die Luft im Ballon bei 0° und 760 Mm. 12,7744 Grm.

Als der Ballon den siedend heissen Wasserdämpfen ausgesetzt wurde, bei einem Druck von

$$H_0' = 760,47 \text{ Mm.},$$

entwich ein Gewicht Luft

$$p = 3,421 \text{ Grm.},$$

daraus folgt:

$$T = 100,02^\circ.$$

$$\left( P_0 \frac{H_0'}{760} - p \right) = 9,3734 \text{ Grm.}$$

$P_0 H_0' (1 + \alpha T) = 12,774 \cdot 760,47 (1 + 0,0000233 \cdot 100,02^\circ)$ ;  
woraus sich ergiebt:

$$\alpha = 0,003667.$$

Im Versuche No. II hatte man:

Gewicht der Luft bei 0° und 760 Mm. = 12,7800 Grm.

Bei 99,80° und 754,66 Mm. war entwichen:

$$p = 3,366 \text{ Grm.}$$

Daraus folgt:

$$\alpha = 0,003663.$$

### *Dichtigkeit des Stickstoffes.*

Das Gas wurde bereitet, indem atmosphärische Luft durch eine glühende Glasröhre strich, welche mit reducirtem Kupfer

angefüllt war. Am Ende der Röhre befand sich eine U förmige Röhre, mit Glasstücken angefüllt, die mit concentrirter kaustischer Kalilösung benetzt war; dann folgte eine zweite Röhre, welche Bimsstein, mit Schwefelsäure getränkt, enthielt.

I. Ballon, gefüllt	$H_o = 758,55 \text{ Mm.}$
	$p = 1,8725 \text{ Grm.}$
Leerer Ballon	$h_o = 2,18 \text{ Mm.}$
	$P = 14,227 \text{ Grm.}$
Gewicht des Gases bei $0^\circ$ u. 760 Mm.	$= 12,4137.$
II. Gefüllter Ballon	$H_o = 758,55 \text{ Mm.}$
	$p = 1,8725.$
Leerer Ballon	$h_o = 7,81 \text{ Mm.}$
	$P = 14,135.$
Gewicht des Gases	$= 12,4137.$
III. Gefüllter Ballon	$H_o = 762,82 \text{ Mm.}$
	$p = 1,802 \text{ Grm.}$
Leerer Ballon	$h_o = 7,81$
	$P = 14,135.$
Gewicht des Gases	$= 12,4145.$
IV. Gefüllter Ballon	$H_o = 762,84 \text{ Mm.}$
	$p = 1,802 \text{ Grm.}$
Leerer Ballon	$h_o = 5,06 \text{ Mm.}$
	$P = 14,1805.$
Gewicht des Gases	$= 12,4147.$
V. Gefüllter Ballon	$H_o = 762,42 \text{ Mm.}$
	$p = 1,815 \text{ Grm.}$
Leerer Ballon	$h_o = 5,06 \text{ Mm.}$
	$P = 14,1805.$
Gewicht des Gases	$= 12,4086.$
VI. Gefüllter Ballon	$H_o = 762,42 \text{ Mm.}$
	$p = 1,815.$
Leerer Ballon	$h_o = 6,00 \text{ Mm.}$
	$P = 14,165.$
Gewicht des Gases	$= 12,4085.$

Wir haben also aus diesen Versuchen bei 0° und 760 Mm.:

	Grm.	Dichtigkeit.
I.	12,4137	0,97148
II.	12,4137	0,97148
III.	12,4145	0,97154
IV.	12,4147	0,97155
V.	12,4086	0,97108
VI.	12,4085	0,97108
	Mittel	0,97137.

Die grösste Differenz der einzelnen Versuche unter einander ist  $= \frac{1}{2000}$ .

Die Herren Dumas und Boussingault erhielten in drei Versuchen:

0,970

0,972

0,974

---

0,972.

### Dichtigkeit des Wasserstoffes.

Das Wasserstoffgas wurde aus Zink und Chlorwasserstoffsäure bereitet. Die Säure wurde siedend eingegossen, um zu vermeiden, dass Luft mit in den Apparat gelangte. Das Gas durchstrich zuerst eine U-Röhre, welche abwechselnd Glasstücken und stark befeuchtete Kalistücke enthielt, sodann eine U-Röhre, welche mit Glasstückchen angefüllt war, die mit einer heissen concentrirten Lösung von Quecksilberchlorid begossen waren, so dass sich das Glas mit Krystallen dieses Salzes bedeckt hatte. Eine dritte Röhre durchstrich das Gas, mit trockenem kausischem Kali erfüllt; endlich eine vierte, welche Bimsstein, mit Schwefelsäure getränkt, enthielt. Der ganze Apparat konnte luftleer gemacht werden, was die Reinigung des Gases wesentlich beförderte.

I. Gefüllter Ballon

$H_0 = 756,16$  Mm.

$p = 13,301$ .

Leerer Ballon

$h_0 = 3,40$  Mm.

$P = 14,1785$ .

Gewicht des Gases bei 0° u. 760 Mm.  $= 0,88591$  Grm.

Gefüllter Ballon	$H_o = 748,79 \text{ Mm.}$
	$p = 13,308.$
Leerer Ballon	$h_o = 1,38 \text{ Mm.}$
	$P = 14,178.$
Gewicht des Gases	$= 0,88465 \text{ Grm.}$
I. Gefüllter Ballon	$H_o = 755,50 \text{ Mm.}$
	$p = 13,301.$
Leerer Ballon	$h_o = 1,38 \text{ Mm.}$
	$P = 14,179.$
Gewicht des Gases	$= 0,88484.$

	Grm.	Dichtigkeit.
I.	0,88591	0,06932
II.	0,88465	0,06923
III.	0,88484	0,06924
		<hr/> 0,06926.

Die Dichtigkeit des Wasserstoffgases, abgeleitet aus den Analysen des Wassers und die des Sauerstoffes  $= 1,10563$  tzt, würde sein 0,0691; eine Zahl, die sehr wenig von der mir gefundenen abweicht.

Die Herren Dumas und Boussingault erwähnen, dass sie rere Wägungen gemacht haben, welche ihnen die Zahl 0,0691 0,0695 gegeben haben.

### Dichtigkeit des Sauerstoffes.

Der Sauerstoff wurde durch Erhitzen von chlorsaurem Kali itet. Das Gas durchstrich eine U-Röhre mit feuchtem, eine trocknem kaustischem Kali und endlich eine mit Schwefel-

Gefüllter Ballon	$H_o = 746,21 \text{ Mm.}$
	$p = 0,317 \text{ Grm.}$
Leerer Ballon	$h_o = 3,69 \text{ Mm.}$
	$P = 14,115.$
Gewicht des Gases im Ballon	$= 14,123.$
I. Gefüllter Ballon	$H_o = 748,49 \text{ Mm.}$
	$p = 0,270 \text{ Grm.}$
Leerer Ballon	$h_o = 3,69 \text{ Mm.}$
	$P = 14,115.$
Gewicht des Gases	$= 14,1276.$

## III. Gefüllter Ballon

$$H_o = 750,22 \text{ Mm.}$$

$$p = 0,172 \text{ Grm.}$$

## Leerer Ballon

$$h_o = 4,59 \text{ Mm.}$$

$$P = 14,033.$$

## Gewicht des Gases

$$= 14,1281.$$

## IV. Gefüllter Ballon

$$H_o = 748,49 \text{ Mm.}$$

$$p = 0,204 \text{ Grm.}$$

## Leerer Ballon

$$h_o = 4,59 \text{ Mm.}$$

$$P = 14,033 \text{ Grm.}$$

## Gewicht des Gases

$$= 14,1283.$$

	Grm.	Dichtigkeit.
I.	14,1230	1,10525
II.	14,1276	1,10561
III.	14,1281	1,10564
IV.	14,1283	1,10565

Mittel der drei letzten 1,10563.

Die erste Beobachtung ist aus der Berechnung des Mittels ausgeschlossen; sie rührt von einer Wägung nach der dritten Füllung her und als der Ballon vorher Wasserstoffgas enthalten hatte, so dass noch etwas des letztern Gases darin hatte zurück bleiben müssen. Doch habe ich es nöthig gefunden, diese Wägung mitzutheilen, um keine Bestimmung, die gemacht worden zu übergehen.

Die Herren Dumas und Boussingault geben an, dass ihre zahlreichen Wägungen zwischen 1,105 und 1,107 schwankt haben. Die drei Bestimmungen, welche sie als genauesten betrachten, sind:

1,1055

1,1058

1,1057

---

1,1057.

## Versuche über das kohlen saure Gas.

Die Kohlensäure wurde durch Zerlegung von weissem Kalkstein durch Chlorwasserstoffsäure dargestellt; das Gas durchstieß eine Waschflasche mit doppelt-kohlen saurem Natron, sodann eine lange Röhre mit schwefelsaurem Bimsstein. Die Salzsäure wurde siedend eingegossen.

I.	Gefüllter Ballon	$H_o = 763,04 \text{ Mm.}$
		$p = 0,6335 \text{ Grm.}$
	Leerer Ballon	$h_o = 1,57 \text{ Mm.}$
		$P = 20,211 \text{ Grm.}$
	Gewicht bei $0^\circ$ und $760 \text{ Mm.}$	$= 19,5397 \text{ Grm.}$
II.	Gefüllter Ballon	$H_o = 759,13 \text{ Mm.}$
		$p = 0,736 \text{ Grm.}$
	Leerer Ballon	$h_o = 1,57 \text{ Mm.}$
		$P = 20,211 \text{ Grm.}$
	Gewicht des Gases	$= 19,5377.$
III.	Gefüllter Ballon	$H_o = 756,72 \text{ Mm.}$
		$p = 0,796 \text{ Grm.}$
	Leerer Ballon	$h_o = 1,57 \text{ Mm.}$
		$P = 20,211 \text{ Grm.}$
	Gewicht des Gases	$= 19,5397.$
IV.	Gefüllter Ballon	$H_o = 756,34 \text{ Mm.}$
		$p = 0,808 \text{ Grm.}$
	Leerer Ballon	$h_o = 1,71 \text{ Mm.}$
		$P = 20,2085 \text{ Grm.}$
	Gewicht des Gases	$= 19,5385.$
V.	Gefüllter Ballon	$H_o = 753,39 \text{ Mm.}$
		$p = 0,8835 \text{ Grm.}$
	Leerer Ballon	$h_o = 1,71 \text{ Mm.}$
		$P = 20,2085 \text{ Grm.}$
	Gewicht des Gases	$= 19,5396.$

Man hat also für das Gewicht der Kohlensäure bei  $0^\circ$  und  $760 \text{ Mm.}$ :

	Grm.	Dichtigkeit.
I.	19,5397	1,52915
II.	19,5377	1,52900
III.	19,5397	1,52915
IV.	19,5385	1,52906
V.	19,5396	1,52915

Mittel  $\underline{1,52910.}$

*Ausdehnungscoefficient der Kohlensäure.*

Im Versuch No. II wurde das Gewicht der Kohlensäure im Ballon bei  $0^\circ$  und  $760 \text{ Mm.} = 19,5377 \text{ Grm.}$  gefunden. Bei  $99,94^\circ$  und  $758,53 \text{ Mm.}$  entwichen:

$$P' = 6,0045 \text{ Grm. Gas;}$$

darnach ist der Ausdehnungscoefficient der Kohlensäure:  
0,003719.

Im Versuch IV war das Gewicht des Gases im Ballon bei 760 Mm. = 19,5385. Bei 99,85° und 755,68 Mm. entwickelt 6,055 Grm. Daraus findet man:

$$\alpha' = 0,003719.$$

Bei einer früheren Untersuchung habe ich den Ausdehnungscoefficienten der Kohlensäure durch die Methode, durch welche das Gas dieselbe Spannkraft behält, gefunden zu:

$$\alpha' = 0,0037099.$$

*Versuche, um zu bestimmen, ob das kohlen-saure Gas bei 0° Mariotte'schen Gesetze für geringeren Druck als den atmosphärischen folgt.*

Im Versuch No. V war das Gewicht des Gases bei 0° 760 Mm.

$$= 19,5396.$$

Es wurde ein theilweises Vacuum hervorgebracht:

$$\text{Ballon im Eise } F_0 = 375,84 \text{ Mm.}$$

$$P' = 10,624 \text{ Grm.}$$

$$\text{Das Gas bei } 0^\circ \text{ und } 374,13 \text{ Mm. wiegt } = 9,5845 \text{ Grm.}$$

$$\text{Nach dem Mariotte'schen Gesetze } = 9,6628$$

---


$$\text{Differenz } 0,0783.$$

Es wurde ein vollständigeres Vacuum hervorgebracht:

$$\text{Ballon im Eise } F_0 = 225,83 \text{ Mm.}$$

$$P' = 14,474 \text{ Grm.}$$

$$\text{Bei } 0^\circ \text{ und } 224,17 \text{ Mm. ist das Gewicht } = 5,7345 \text{ Grm.}$$

$$\text{Nach dem Mariotte'schen Gesetze } = 5,7634$$

---


$$\text{Differenz } 0,0309.$$

Man sieht, dass selbst bei sehr schwachem Druck die Kohlensäure sich wesentlich von dem Mariotte'schen Gesetze entfernt.

Versuche, um zu bestimmen, ob die Kohlensäure bei 100° und sehr schwachem Drucke dem Mariotte'schen Gesetze folge.

Ballon, mit Kohlensäure gefüllt, in siedendem Wasser:

$$H_0 = 760,34 \text{ Mm.} \quad T = 100,01^\circ.$$

$$P = 5,901.$$

Ballon, mit Kohlensäure gefüllt, in siedendem Wasser:

$$F_0' = 343,08.$$

$$P = 13,7405.$$

$$H_0' = 757,98 \text{ Mm.} \quad T = 99,92^\circ.$$

Leerer Ballon in siedendem Wasser:

$$H = 756,51 \text{ Mm.}$$

$$h = 4,69 \text{ Mm.}$$

$$P = 20,091 \text{ Grm.}$$

Es folgt hieraus: Gewicht der Kohlensäure im Ballon bei 100,01° und 755,65 Mm. = 14,190 Grm., also bei 760 Mm. und 100° = 14,2717 Grm.

Das Gewicht bei 99,92° und 338,39 Mm. war gleich 6,3505 Grm., bei 100,01° würde dasselbe wiegen: 6,3549 Grm.

Nach dem Mariotte'schen Gesetze würde, wenn bei 760 Mm. Gas 14,2717 Grm. wiegt, das Gewicht 6,3545 Grm. betragen, die Zahl, welche der Versuch direct gegeben hat.

Es folgt hieraus, dass die Kohlensäure dem Mariotte'schen Gesetze folgt, bei 100° und einem schwächern als dem atmosphärischen Druck.

Man kann aus den vorstehenden Daten die Dichtigkeit der Kohlensäure gegen die der atmosphärischen Luft berechnen, wenn beide Substanzen denselben Umständen in Beziehung auf Druck und Temperatur ausgesetzt werden.

Bei 0° ist die Dichtigkeit der Kohlensäure:

$$\text{bei 760 Mm.} = 1,52910$$

$$374,13 = 1,52366$$

$$224,17 = 1,52145.$$

Bei 100° würde sie sein:

$$\text{bei 760 Mm.} = 1,52418$$

$$338,39 = 1,52410.$$

Die Dichtigkeit der Kohlensäure, das Aequivalent = 75 gesetzt, würde geben 1,52024.

Die Dichtigkeit, welche man bei 0° und 760 Mm. gefunden hat, würde auf ein Aequivalent von 76,6 führen, welche Zahl sehr der früher angenommenen 76,44 nähert.

Man sieht aus diesem Beispiele, wie viele Vorsicht erforderlich wird, wenn man das Aequivalent eines Stoffes aus der Dichte eines Gases ableiten will.

### XXX.

## Ueber die liquidificirten Gase.

Von

*Donny* und *Mareska*.

— — Herr Dumas hat richtig beobachtet, dass in der die Einwirkung des Phosphors und des Arseniks auf das flüssige Chlor an Intensität nichts verliert. Wir können hinzufügen, dasselbe von dem Ammoniak gilt, wenn dieses gasförmig, flüssig und erkaltetes Chlor wirkt. Der Schwefel, das Jod und das Brom verbinden sich gleichfalls mit dem Chlor bei — 90°.

Indessen ist die von Hrn. Schrötter beobachtete Thatsache der Verminderung der Verwandtschaft durch die Kälte nicht destoweniger richtig für eine Menge anderer Stoffe. Zuerst stirt sie, was Hr. Dumas bestätigt hat, für das Chlor und Antimon. Bringt man gepulvertes Antimon in Chlor von — 90°, so entsteht eine lebhafte Wärme und Lichtentwicklung, jedoch verschwindet fast die Einwirkung, wenn man das Antimon vorher abgekühlt hat, oder wenn man gasförmiges und trocknes Chlor auf Antimon wirken lässt, welches sich in einer Glasröhre befindet, die von fester Kaliumchloridsäure umgeben ist. Wenn man an die Stelle des Antimon Phosphor oder Arsenik bringt, so findet eine Einwirkung statt, die schien uns jedoch immer viel geringer als wenn man Antimon auf flüssiges Chlor brachte.

Diese Thatsache gilt auch für die Schwefel- und Chlorwasserstoffsäure. Man weiss, dass das Monohydrat der Schwefelsäure bei — 34° krystallisirt; aber wir haben bemerkt, dass, wenn man Wasser hinzufügt, so dass seine Dichtigkeit um ein

bei Hundertel vermindert wird, es nicht mehr, selbst durch die stärkste Kälte nicht, erstarrt, es wird nur noch klebrig (*visqueux*).

In diesem Zustande benetzt es zwar noch die Körper, röthet aber das Lakmuspapier nicht mehr, reagirt nicht mehr auf die Alkalien und ihre Carbonate. Man könnte freilich einwenden, was die Carbonate betrifft, dass man die Einwirkung darauf nicht beobachten könne, da bei dieser Temperatur die Kohlensäure fest bleiben und sich nicht entwickeln würde, aber es wird auch das Natrium und das chlorsaure Kali nicht zerlegt, deren Zersetzungen durch lebhafte Färbungen begleitet sind.

Diese Thatsache gilt ferner für das Kalium und Natrium, welche ihren metallischen Glanz im Chlor bei  $-80^{\circ}$  behalten. Alle diese Versuche haben wir bereits seit 2 Jahren in unseren Vorlesungen angestellt und sie in einer Abhandlung der Académie des Sciences zu Brüssel überreicht.

— — Nicht allein die Oxyde des Stickstoffes, das Ammoniak und andere Gase, welche Hr. Faraday flüssig gemacht hat, haben auch wir liquidificirt, sondern wir beschäftigen uns auch seit langer Zeit mit der Verflüssigung der permanenten Gase \*).

(*Comptes rendus*, XX. 817.)

Vorstehendes Schreiben bezieht sich auf eine Note des Hrn. Dumas (*ibid.* 293), in welcher es heisst:

Phosphor, in flüssigem Chlor von  $-90^{\circ}$  durch ein Gemisch aus fester Kohlensäure und Aether erkältet, entzündet sich mit starker Explosion; eben so wenn man ihn vorher stark in der Narkosegemischung abgekühlt hat. Arsenik von gewöhnlicher Temperatur entzündet sich im flüssigen Chlor. Antimon hingegen bleibt mit demselben unverändert in Berührung bleiben. Man kann das Chlor darüber abdestilliren; es scheint daher, dass die Versuche von Hrn. Schrötter unter besonderen Umständen angestellt worden sind, welche man kennen muss, da ihre Ausführung nicht ohne Gefahr ist.

---

\*) *Bulletin de l'Académie des Sciences de Bruxelles*, Février 1848.

## XXXI.

Ueber die Einwirkung der Schwefelsäure auf die  
Holzkohle.

Von

*R. F. Marchand.*

Die bekannte Methode von Knezaureck, schweflige Säure durch Einwirkung heisser Schwefelsäure auf Kohle (Holzkohle) darzustellen, kann natürlich nur dort angewandt werden, wo die Verunreinigung durch die dabei entstehenden Nebenprodukte nicht in Anschlag kommt; also z. B. bei Darstellung des schwefligsauren Natrons aus kohlensaurem und schwefliger Säure u. s. w.

Knezaureck giebt an, dass sich neben der schwefligen Säure auch Kohlensäure bilde, eine Angabe, die sich in die meisten Lehrbücher der Chemie übertragen hat; andererseits wird angegeben, dass sich bei dieser Reaction neben der schwefligen Säure *nur* Kohlenoxydgas erzeuge.

Bei der Untersuchung des Gasgemenges findet man leicht, dass sich beide Gasarten, Kohlensäure und Kohlenoxydgas, entwickeln, und neben diesen noch eine kleine Menge von Kohlenwasserstoff.

Die quantitative Analyse zeigt, dass die Verhältnisse denselben sehr wechseln, und ferner, dass sie in bei weitem zu geringer Menge auftreten, als dass durch die Bildung der Kohlensäure und des Kohlenoxydgases die schweflige Säure allein entstehen könnte.

Die quantitative Analyse wurde auf die Weise ausgeführt, dass, nach Gay-Lussac's Methode \*), die schweflige Säure durch Mangansuperoxyd entfernt wurde. Nachdem das Gasvolumen nichts mehr verloren hatte, wurde eine neue Quantität von Mangansuperoxyd hineingebracht und diess so oft wiederholt, bis die zuletzt hinzugefügte keine Gasverminderung innerhalb einer Viertelstunde herbeigeführt hatte. Die Absorption selbst geschieht so energisch, dass sie in wenigen Minuten schon vollendet ist. Das Gemenge, welches zurückblieb, wurde durch Kalium von der Kohlensäure befreit. Der Rest aus Kohlenoxyd- und

---

\*) S. dies. Journ. XI. 103.

enwasserstoffgas wurde nicht geschieden; ich begnügte mich, das Kohlenoxydgas durch schmelzendes Kalium zu entfernen und den Rückstand als Kohlenwasserstoff zu erkennen; die Tität des letztern war nur unbedeutend.

Folgende Uebersicht wird zeigen, wie ausserordentlich selnd nach der Dauer und wahrscheinlich auch der Temperatur der Reaction das entwickelte Gasgemenge zusammengest:

	Gasgemenge aus S + $\ddot{C}$ + $\dot{C}$ (+CH).	Darin $\ddot{C}$	und $\dot{C}$ (+CH).	Auf 100 Volumen des Gasgemenges ber.		
				S + $\ddot{C}$ + $\dot{C}$ (+CH).	$\ddot{C}$	$\dot{C}$ (+CH).
	302 Cub.-Cent.	33,6 Cb.C.	35,2 Cb.C.	100 Vol.	10,1 Vol.	11,6 Vol.
1.	220	25,0	23,0	100	11,4	10,4
2.	200	18,4	15,7	100	9,2	7,8
3.	308	36,6	20,9	100	11,8	6,8
4.	176	19,9	12,2	100	11,3	6,9
5.	57	9,0	3,9	100	15,8	6,8
6*).	57	9,2	3,9	100	16,1	6,8
7.	470	66,6	22,6	100	16,3	4,8
8.	304	50,2	13,6	100	16,5	4,4
9.	625	108,0	24,0	100	17,0	3,8
10.	300	51,5	9,0	100	17,1	3,0
11.	210	39,0	6,2	100	18,1	2,9

\*) Zwischen Versuch 5 und Versuch 6 war eine grosse Menge Gas nicht aufgefangen worden, daher die plötzliche Veränderung in der Mischung.

Ich bestimmte mehrere Male die Gesamtzusammensetzung des bei der Reaction entwickelten Gases, indessen waren Versuche so verschiedenartig ausgefallen, dass man leicht sehen konnte, wie wahrscheinlich schon die verschiedene Temperatur wesentliche Modificationen hervorbrachte. Es ergiebt sich deutlich hieraus, dass die Holzkohle nicht als Kohlenstoff, sondern mehr als eine organische Verbindung wirkt. Sie verhält sich hier ganz ähnlich der Holzfaser, dem Zucker u. s. w.

Um die Reaction der Schwefelsäure auf reinen Kohlen zu untersuchen, behandelte ich Graphit mit derselben. Die Wirkung trat erst ein als die Säure zu sieden begann. Die überdestillirende Schwefelsäure wurde in einer Vorlage aufgefangen und das sich entwickelnde Gas auf die oben angegebene Weise untersucht.

Auch hier zeigte sich, je nach der Dauer der Einwirkung eine wechselnde Zusammensetzung des Gasgemenges. Im Anfange war die schweflige Säure in hohem Maasse vorherrschend, wenig Kohlensäure war derselben beigemischt; die Menge letzteren stieg gegen das Ende der Reaction und hatte am Ende fast das Verhältniss von 1 : 2 gegen die schweflige Säure erreicht; es betrug nämlich 10,5 C : 23,0 S.

Kohlenoxydgas war während der ganzen Dauer des Versuchs nicht gebildet worden. Es hatte sich überhaupt eine verhältnissmässig geringe Menge der Gasarten gebildet und die Schwefelsäure war fast völlig von dem Graphit abdestillirt, als die Reaction unterbrochen wurde \*).

Aus diesem Verhältniss der erhaltenen Zersetzungsproducte der Schwefelsäure folgte nothwendig, dass der Graphit seine wesentliche Veränderung erlitten haben musste. Das Pulver des Graphits selbst war durchaus nicht verändert und liess sich leicht, selbst mit kaltem Wasser auswaschen, dass der das Waschwasser, noch er selbst eine saure Reaction zeigte. Der fein gepulverte trockne Graphit wurde mit einem Gemisch von salpetersaurem Kali und kohlensaurem Natron geglüht und in Chlorwasserstoffsäure gelöst; Chlorbaryum schlug daraus schwefelsaure Baryterde nieder. Nach der Menge derselben waren

---

\*) Der Graphit erleichtert die Destillation der Schwefelsäure so außerordentlich, dass man dieses Mittel gewiss oft benutzen kann, wenn die Menge der entwickelten schwefligen Säure keinen schädlichen Einfluss auf

Graphit 3 Proc. Schwefel enthalten; bei einem andern Versuche  
wurden nur 1,8 Proc. Schwefel gefunden worden. Offenbar war  
das Product nach der Dauer der Einwirkung verschieden zusam-  
engesetzt.

Sehr merkwürdig war das Verhalten dieses Graphits in der  
Flamme. Während der Graphit selbst im heftigsten Feuer der  
Berzelius'schen Lampe im Platintiegel durchaus keine Verän-  
derung erleidet, so schwoll dieser schon bei geringer Hitze  
außerordentlich stark wurmförmig auf; die sich entwickelnden  
gasförmigen Dämpfe warfen den grössten Theil mit Lebhaftigkeit aus  
dem Tiegel heraus, so dass kleine Flocken in der Luft umherge-  
schleudert wurden. Der glänzende Graphit verwandelt sich in  
eine matt-graue, sehr leichte Masse, welche durch gelinden  
Druck ihr voriges Ansehen wieder erhält.

Auskochen des mit Schwefelsäure gekochten Graphits mit  
kaltem wässrigem Kali entzieht ihm weder die Säure, noch dieses Ver-  
fahren im Feuer.

Es war nicht möglich, durch sehr anhaltendes Einwirken der  
Schwefelsäure eine constante chemische Verbindung hervorzu-  
bringen, welche wahrscheinlich gewissermaassen als Kohlen-  
schwefelsäure dem Graphit eingemengt ist.

---

## XXXII.

### stillationsproduct der mit Schwefelsäure verkohl- ten thierischen Substanzen.

O. Henry bemerkte, dass bei der Destillation der nach Flan-  
drische Methode erhaltenen kohligen Substanz aus thierischen  
Substanzen und Schwefelsäure sich ein Gemenge von *kohlensaurem*  
*Ammoniak* und *Schwefelcyanammonium* bilde, dem eine kleine  
Menge organischen Stoffes anhänge.

Die Bildung des Schwefelcyans leitet er aus der Einwirkung  
von Cyan- und Schwefelammoniums auf einander ab.

(*Journ. de Chim. méd.* 1845. p. 301.)

---

## XXXIII.

## Untersuchungen russischer Mineralien.

Von

**R. Hermann.**

(5. Fortsetzung.)

23) *Ueber die Zusammensetzung der Turmaline, so wie über die Atom-Gewichte von Bor und Kiesel.*

Obgleich wir viele und zum Theil recht sorgfältig ausgeführte Analysen von Turmalinen besitzen, so herrscht doch in Betreff ihrer chemischen Constitution noch eine solche Unsicherheit, dass es unmöglich ist, ihre Formeln nach diesen Analysen zu berechnen.

Der Grund dieser Unsicherheit liegt in folgenden Ursachen:

1) In den schwankenden Angaben des Borsäure-Gehaltes der Turmaline, der nach den verschiedenen Untersuchungen zwischen 1 und 9 Proc. wechselte.

2) In einem bisher übersehenen Gehalt der Turmaline an Kohlensäure.

3) In den, bei den bisherigen Analysen unberücksichtigt gebliebenen, verschiedenen Oxydations-Graden des Eisens.

Was den wechselnden Gehalt der Turmaline an Boraxsäure anlangt, so erklärt sich derselbe zum Theil durch die angewandten Methoden der Bestimmung derselben. Rammelsberg fand bei Gelegenheit seiner sorgfältigen Analysen des Datoliths und Axinites, dass eine directe Bestimmung der Borsäure auf keine Weise mit Genauigkeit ausführbar sei. Er empfahl dieselbe indirect aus dem Verluste zu bestimmen. Ich habe bei den Analysen der Turmaline dieses Verfahren befolgt.

Die Bestimmung der verschiedenen Oxydations-Grade des Eisens in Silicaten, welche in Säuren unlöslich sind, war eine bisher noch ungelöste Aufgabe. Ich werde später eine Methode angeben, die recht brauchbare Resultate giebt. Die Turmaline enthalten das Eisen meistens im Zustande von Oxydul; demselben ist aber mitunter eine geringe Menge Eisenoxyd beigemengt, dessen Bestimmung für die Berechnung der Turmalin-Formeln von Wichtigkeit ist und die deshalb nicht unterbleiben darf.

Von der Gegenwart der Kohlensäure in den Turmalinen kann man sich leicht durch eine Löthrohr-Probe überzeugen. Wenn man nämlich Splitter des Minerals in eine zuvor klar geflossene Röhre von Borax legt und damit erhitzt, so findet beim Lösen der Probe, schon bei der ersten Einwirkung der Hitze, eine deutlich wahrnehmbare Gasentwicklung statt. Diese Gasentwicklung kann nicht von Wasser herrühren, da die Turmaline keine Spuren von Wasser enthalten; auch nicht von Fluorsilicium, da dasselbe bei den höchsten Hitzegraden, welche man durch das Löthrohr hervorzubringen kann, nur sehr träge und kaum wahrnehmbar durch Borax entwickelt wird. Dass diese Gasentwicklung von entweichender Kohlensäure herrühre, davon habe ich mich übrigens durch folgenden Versuch auf das Bestimmteste überzeugt. Brauner Turmalin in ausgesuchten Krystallen, die ursprünglich in Granit gewachsen gewesen waren, wurde in einem Porcellanrohre der starken Glühhitze ausgesetzt. Bei der Temperatur, bei welcher die Turmaline aufzuschwellen pflegen, entstand plötzlich eine lebhafte Gasentwicklung, die übrigens nur kurze Zeit anhielt. Das entweichende Gas trübte Kalkwasser, der entstandene Niederschlag löste sich mit Brausen in Salzsäure, Aetzammoniak brachte in dieser Lösung keinen Niederschlag hervor. Es ist also keinem Zweifel mehr unterworfen, dass das Aufschwellen der Turmaline in der Glühhitze und ihr Aufbrausen beim Zusammenschmelzen mit Borax von entweichender Kohlensäure herrührt.

Die Quantität der Kohlensäure in den Turmalinen ist übrigens nicht sehr bedeutend und übersteigt selten 2 Proc. Diese Kohlensäure vertritt in den Turmalinen Boraxsäure. In den Epidoten, welche ebenfalls Kohlensäure enthalten, vertritt sie Kieselsäure. Axinit wird ein Theil der Kieselsäure durch Borsäure vertreten. Aus diesen Thatsachen folgt, dass Borsäure und Kieselsäure aus denselben Proportionen von Radical und Sauerstoff zusammengesetzt sein müssen wie Kohlensäure, dass sie mithin nicht 3 Atome Sauerstoff, sondern nur 2 Atome enthalten können.

In Betreff der Kieselsäure ist L. Gmelin schon zu derselben Ansicht gelangt. In der 4. Auflage seines classischen Handbuchs der Chemie giebt Gmelin der Kieselsäure die Formel  $\text{SiO}_2$ . Im Grund dieser Veränderung bemerkt Gmelin übrigens nur, dass er diese Zusammensetzung der Kieselsäure mit Gaudin und

Kühn angenommen habe, weil sie viel einfachere Formeln gebe als  $\ddot{\text{Si}}$ . Dagegen bleibt Berzelius bei seiner Ansicht und giebt der Kieselsäure auch in der neuesten Ausgabe seines Lehrbuchs die Formel  $\ddot{\text{Si}}$ .

Aus diesem Schisma erwächst den Bearbeitern des chemischen Theils der Mineralogie keine kleine Verlegenheit und die unabweisbare Nothwendigkeit, sich nach reiflicher Erwägung aller Gründe für die eine oder andere Ansicht zu entscheiden.

Es sei mir daher erlaubt, die Gründe zu beleuchten, welche Berzelius bestimmten, in der Kieselsäure und Borsäure 3 At. Sauerstoff anzunehmen, und ihnen diejenigen gegenüber zu stellen, die für einen Gehalt von bloß 2 At. sprechen.

In Betreff der Kieselsäure sagt Berzelius in seinem Lehrbuche der Chemie, 5. Aufl. S. 670:

„Die Kieselsäure besteht aus:

		Atome.
Kiesel	48,04	1
Sauerstoff	51,96	3
	<hr/> 100,00.	

Atomgewicht = 574,312 =  $\text{Si O}_3$  oder  $\ddot{\text{Si}}$ . Ihre Sättigungscapacität variirt ganz so wie die der Borsäure. Der Sauerstoff der Base ist entweder eben so gross wie der der Kieselsäure, oder er ist  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{6}$  und darüber von dem der Säure, ohne dass man aus den Eigenschaften der Salze einigen Grund hat, zu entscheiden, welches die Verbindung von 1 Atom Bor und 1 Atom Säure ist. Dem zufolge hat man vermuthet, dass das Atom der Säure 1, 2 und 3 Atome Sauerstoff enthalten könne. Die erstere Annahme, oder 1 Atom Sauerstoff, ist jedoch unzulässig, denn dann würde der Feldspath, die allgemeinste aller im Mineralreiche vorkommenden kieselsauren Verbindungen, auf 1 Atom Thonerde 9 Atome Kieselsäure enthalten, was ganz beispiellos ist. Die Vermuthung von 2 At. Sauerstoff hat viel mehr Wahrscheinlichkeit für sich, weil es viele natürliche kieselsaure Verbindungen giebt, in welchen die Säure zweimal so viel Sauerstoff enthält als die Base und weil die Verbindungen des Kiesels mit Fluor und Fluorwasserstoffsäure, so wie die Salze, welche sie zusammen hervorbringen, nach dieser Ansicht am einfachsten erklärt werden können. Inzwischen scheint die Analogie der Kieselsäure in den

Sättigungsgraden mit der Borsäure, die Allgemeinheit der Verbindungen, in welchen die Säure dreimal so viel Sauerstoff enthält als die Base, so wie die Verbindungen, in welchen die Kieselsäure sechsmal so viel Sauerstoff enthält als die Base, in denen, wenn die Säure nur 2 Atome Sauerstoff enthielte, 1 Atom Base mit 3 Atomen Kieselsäure verbunden sein würde, in welcher Beziehung andere Beispiele fehlen; alle diese Umstände, sage ich, scheinen dafür zu sprechen, dass die eben angeführte Constitution der Kieselsäure, nach welcher sie 3 At. Sauerstoff enthält, vorzugsweise angenommen zu werden verdient.“

Berzelius ist also der Meinung, dass die Zusammensetzung der Kieselsäure nach der Formel  $\text{Si}$  viel Wahrscheinlichkeit für sich habe. Die überwiegenden Gründe, die ihn bestimmten, sie nach der Formel  $\text{Si}$  zusammengesetzt zu betrachten, reduciren sich auf die Analogie zwischen Kieselsäure und Borsäure und auf den Umstand, dass die Kieselsäure Verbindungen eingehe, in denen sie drei- und sechsmal so viel Sauerstoff enthält als die Base, welche Verbindungen also, bei der Annahme, dass die Kieselsäure 2 Atome Sauerstoff enthalte, als  $1\frac{1}{2}$ - und 3fach-kieselsaure Salze betrachtet werden müssten, für welches letztere Salz es an anderen Beispielen fehle.

Was die Analogie zwischen Kieselsäure und Borsäure anlangt, so bleibt sie ganz unverändert, sobald überwiegende Gründe vorhanden sind, auch in der Borsäure nur 2 At. Sauerstoff anzunehmen. Die Existenz dreifach-saurer Salze ist nicht ganz ohne Beispiel. Ich erlaube mir in dieser Beziehung an den Titanit zu erinnern, dessen Formel gewöhnlich  $\text{Ca Ti}_3 + \text{Ca Si}_2$  geschrieben wird. Der Titanit enthält also dreifach-titansauren Kalk. Der ungewöhnliche Umstand, dass in diesem Minerale zwei Kalksalze von verschiedenen Sättigungsstufen enthalten sind, verschwindet, wenn man in der Kieselsäure nur 2 Atome Sauerstoff annimmt; die Titanitformel gestaltet sich dann zu:  $\text{Ca Ti}_3 + \text{Ca Si}_3$ ; der Titanit wäre also ein Doppelsalz aus gleichen Atomen dreifach-titansaurem und dreifach-kieselsaurem Kalke.

Was sich dagegen gegen die Existenz der anderthalb-kieselsauren Salze oder im Allgemeinen gegen die Existenz der Salze aus 2 At. Base und 3 At. Säure einwenden liesse, kann ich nicht recht einsehen, da diese Salze nicht selten vorkommen.

Was die Zusammensetzung der Borsäure anlangt, so äussert sich Berzelius darüber in dem angeführten Werke S. 664 wie folgt:

„Die Borsäure besteht aus:

		Atome.
Bor	31,22	1
Sauerstoff	68,76	3
<hr/>		
100,00.		

Atomgewicht = 436,204 =  $\text{BO}_3$  oder  $\text{B}$ . Ihre Sättigungscapacität variirt mehr als die der meisten anderen Säuren. Sie verbindet sich mit Basen in solchen Verhältnissen, dass der Sauerstoff der Base eben so gross ist als der der Borsäure, oder dass er  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{6}$ ,  $\frac{1}{12}$  oder endlich  $\frac{1}{18}$  davon beträgt. Versucht man zu bestimmen, welcher von diesen 6 Verbindungsgraden vorzugsweise als aus 1 At. Base und 1 At. Säure bestehend angesehen werden muss, so hat man einen grossen Spielraum für Vermuthungen, zumal da diese Säure so wenig elektro-negativ ist, dass alle ihre Verbindungen mit Alkali alkalisch reagiren.

Inzwischen giebt es eine Verbindung, in welche die Borsäure als Basis eintritt, nämlich mit saurem weinsaurem Kali, und dies entspricht vollkommen dem Atomgewicht, welches hier angegeben wurde, wenn man annimmt, dass sich 1 At. saures weinsaures Kali mit 1 At. Borsäure verbunden hat.

Aehnliche Verbindungen mit dem Weinstein bilden auch arsenige Säure und Antimonoxyd, die auch 3 At. Sauerstoff enthalten. Aber diese enthalten 2 At. Radical, wodurch eine Unsicherheit entsteht, ob die Anzahl von Bor-Atomen in der Säure 1 oder 2 ist.“

Als einzigen Grund für die Annahme, dass die Borsäure 3 At. Sauerstoff enthalte, führt also Berzelius blos die Analogie der Zusammensetzung von *Tartarus boraxatus*, *Tartarus stibiatus* und *Tartarus arseniatus* an. Mit Recht könnte man aber hierbei fragen: Welche andere Analogien existiren wohl zwischen Borsäure, Äs und Sb? Wenn dergleichen Aehnlichkeiten eine Stimme bei Beurtheilung stöchiometrischer Verhältnisse eingeräumt werden kann, so sprechen dieselben für die Zusammensetzung der Borsäure und Kieselsäure nach den Proportionen der Kohlensäure,

nn unter allen Elementen stehen sich Bor, Kiesel und Kohle am chsten.

Ich komme jetzt zu den Gründen, die mich bestimmten, in r Kieselsäure und Borsäure blos 2 At. Sauerstoff anzunehmen. eselben sind folgende:

1) Es giebt Mineralien, z. B. Turmalin, Epidot, Axinit, in nen sich Kieselsäure, Kohlensäure und Borsäure gegenseitig setzen; die Zusammensetzung aller 3 Säuren muss demnach alog sein. Da es nun erwiesen ist, dass die Kohlensäure aus At. Radical und 2 At. Sauerstoff besteht, so folgt, dass auch e Kieselsäure und Borsäure dieselbe Zusammensetzung haben issen.

2) Wenn man irgend eine einbasische Säure auf einfach-kohl- asaures Kali oder Natron unter Umständen einwirken lässt, ter welchen sich die Wahlverwandtschaften frei äussern und ine sauren kohlensauren Salze entstehen können, so bilden sich bei stets neutrale Salze aus 1 At. Säure und 1 At. Base. Ein om der stärkeren Säure wird daher unter diesen Umständen ets 1 At. Kohlensäure aus den kohlensauren Alkalien austreiben.

Oben erwähnte Bedingungen werden erfüllt, wenn man uerbeständige einbasische Säuren auf kohlensaure Alkalien in r Glühhitze einwirken lässt. Der Sauerstoffgehalt der ausge- liebenen Kohlensäure wird sich also zu dem Sauerstoffgehalte r austreibenden Säure verhalten wie die Proportion der Sauer- off-Atome in einem Atome der zum Versuche gebrauchten Säure. iese Sauerstoff-Verhältnisse verhalten sich aber nach Versuchen n Mitscherlich, H. Rose und Arfwedson bei mehreren hwach saure Eigenschaften besitzenden Oxyden wie folgt:

	Sauerstoffgehalt der ausgetriebenen Kohlensäure.	Sauerstoffgehalt in der austreibenden Säure.
Titansäure	2	2
Thonerde	2	3
Antimonoxyd	2	3
Kieselsäure	2	2
Borsäure	2	2.

Titansäure, Borsäure und Kieselsäure treiben also beim Zu- sammenschmelzen mit kohlensauren Alkalien eine Menge Kohlen-

säure aus, deren Sauerstoffgehalt gleich ist dem Sauerstoffgehalt der austreibenden Säuren; 1 At. Titansäure, Borsäure und Kieselsäure muss also so viel Sauerstoff-Atome enthalten als 1 Atom Kohlensäure, folglich 2 Atome.

Bei Anwendung von Thonerde und Antimonoxyd erhält man eine Menge Kohlensäure, deren Sauerstoff  $\frac{2}{3}$  des Sauerstoffes der angewandten Oxyde beträgt; letztere enthalten also in 1 Atom 3 At. Sauerstoff.

3) Eine andere Regel, die freilich nicht ohne Ausnahme, aber doch von sehr allgemeiner Gültigkeit ist, ist die, dass aus wässrigen Lösungen von Verbindungen von einbasischen Säuren mit Basen vorzugsweise neutrale Salze, aus gleichen Atomen Säure und Basis, krystallisiren. Schmilzt man nun Kieselsäure mit überschüssigem kohlensaurem Natron zusammen und löst man die Masse in Wasser, oder löst man Kieselsäurehydrat in flüssigem Natronhydrat auf und unterwirft man die so dargestellten Lösungen von kieselsaurem Natron der Krystallisation, so erhält man Salze, deren Wassergehalt zwar unter verschiedenen Umständen wechseln kann, deren Proportion von Kieselsäure und Natron aber stets gleich bleibt. Diese Salze enthalten kieselsaures Natron, dessen Formeln nach den verschiedenen Ansichten über die Zusammensetzung der Kieselerde entweder  $\text{Na}_3 \text{Si}_2$  oder  $\text{Na Si}$  geschrieben werden müssten. Enthielt also die Kieselerde 2 Atome Sauerstoff, so entstand auf die beschriebene Weise neutrales kieselsaures Natron; enthielte sie jedoch 3 At. Sauerstoff, so wäre dabei basisches kieselsaures Natron entstanden, eine Verbindung, für die jede Analogie zu fehlen scheint, da mir in der That kein einziges basisches Natronsalz bekannt ist.

Eben so entsteht beim Zusammenschmelzen von Borsäure mit überschüssigem kohlensaurem Natron neutrales borsaures Natron  $\text{Na B}$ , während bei der Annahme, dass die Borsäure 3 At. Sauerstoff enthalte, diese Verbindung als basisches borsaures Natron  $\text{Na}_3 \text{B}_2$  betrachtet werden müsste.

Ich glaube, dass die angeführten Gründe die Annahme, dass Kieselsäure und Borsäure nach den Formeln  $\text{Si}$  und  $\text{B}$  zusammengesetzt seien, hinreichend rechtfertigen werden. Die Atomgewichte des Kiesels und Bors müssten also um  $\frac{1}{3}$  vermindert werden. Legt man dabei die von Berzelius bestimmten Atomgewichte dieser Körper zu Grunde, so erhält man:

$$B = 90,654$$

$$Si = 184,874,$$

als Atomgewichte ihrer Säuren:

$$\ddot{B} = 290,654$$

$$\ddot{Si} = 384,874.$$

Ich komme jetzt zu dem Verfahren, welches ich bei den Analysen der Turmaline befolgt habe. Dasselbe zerfällt in drei Haupttheile, nämlich:

- 1) Bestimmung der Kohlensäure und des Eisenoxyds;
- 2) Bestimmung der erdigen Bestandtheile, und
- 3) Bestimmung der alkalischen Bestandtheile.

Ad 1. Die Quantität der Kohlensäure in den Turmalinen kann aus dem Verluste gefunden werden, welchen dieselben durch starkes Glühen im Windofen, unter Abschluss der äussern Luft, erleiden. Glühen über der Lampe ist bei diesem Versuche nicht ausreichend.

Zur Bestimmung des in den Turmalinen enthaltenen Eisenoxyds schmelze man das Mineral mit seiner  $2\frac{1}{2}$ -fachen Menge wasserfreiem Borax in einem verdeckten Platintiegel, den man in einen zweiten, grössern, ebenfalls gut zu verschliessenden einsetzt, unter einer Muffel zusammen. Bei dieser Operation bleibt der ursprüngliche Oxydationsgrad des Eisens im Turmalin ganz verändert; denn der Verlust, den das Mineral dabei erleidet, correspondirt genau dem Gewichte der darin enthaltenen Kohlensäure. Fände beim Schmelzen des Turmalins mit Borax unter freier Luft, einem Luftwechsel vorbeugenden Maassregeln eine Oxydation oder Reduction des Eisens statt, so müsste diess mit einer Gewichtsvoränderung verbunden sein und durch die Wage angezeigt werden. Das erhaltene Boraxglas wird fein zerrieben, in einen kleinen, zuvor mit Kohlensäure angefüllten Glaskolben gegeben und in Salzsäure und zuvor ausgekochtem destillirtem Wasser, unter fortwährendem Abschlusse der äussern Luft, gesetzt. Man hat jetzt eine salzsaure Turmalinlösung mit unverändert gebliebenem Oxydationsgrade des darin enthaltenen Eisens und kann das darin enthaltene Eisenchlorid nach der Methode von Wöhler durch Kochen mit abgewogenen Kupferblechen bestimmen. Dabei wird das Eisenchlorid zu Eisenchlorür reducirt und dagegen ein Aequivalent Kupferchlorür gelöst. 791,38 Theile

gelöstes Kupfer entsprechen mithin 1000 Theilen im Turmalin enthalten gewesenen Eisenoxyds.

Ad 2. Die Bestimmung der erdigen und metallischen Bestandtheile der Turmaline wurde auf bekannte Weise bewirkt.

Ad 3. Die Alkalien wurden bestimmt, indem man geschlämmtes Turmalinpulver mit seiner 3fachen Menge reinen Flussspaths mischte, das Gemenge in einem Platingefässe mit überschüssiger Schwefelsäure versetzte, den Ueberschuss der letztern abrauchte, den Rückstand mit Wasser auskochte und die Lösung zuerst mit kaustischem Ammoniak und hierauf mit klee-saurem Ammoniak niederschlug. Die filtrirte Flüssigkeit wurde verdampft, der Rückstand gegläht. Hierbei blieben schwefelsaure Salze von Natron, Lithion und Magnesia, deren Gewicht bestimmt wurde. Diese Salze enthielten gewöhnlich auch noch Spuren von Kali, das sich durch Platinchlorid zu erkennen gab, dessen Menge aber stets so gering war, dass ich sie nicht besonders bestimmt habe.

Obige schwefelsaure Salze wurden in Wasser gelöst, mit ihrer 6fachen Menge phosphorsauren Natrons versetzt und damit eingetrocknet. Beim Lösen blieb gewöhnlich ein Gemenge von  $Mg_3 P$  mit dem von Berzelius beschriebenen Doppelsalze von phosphorsaurem Natron und phosphorsaurem Lithion. Das Aequivalent der phosphorsauren Magnesia war schon bei Bestimmung der erdigen Bestandtheile der Turmaline gefunden worden. Es wurde von dem Gewichte dieser phosphorsauren Verbindungen abgezogen und liess als Rest das Gewicht des reinen phosphorsauren Natron-Lithions, in welchem nach Berzelius 12,31 Proc. Lithion angenommen wurden. Die Aequivalente des schwefelsauren Lithions und der schwefelsauren Magnesia, abgezogen von dem oben gefundenen Gewichte aller schwefelsauren Salze, gaben als Rest das Gewicht des schwefelsauren Natrons.

Zu diesen Bestimmungen der alkalischen Bestandtheile der Turmaline ist noch zu bemerken, dass diese Mineralien nur sehr träge von Flusssäure und Schwefelsäure angegriffen werden. Man würde grobe Fehler begehen, wenn man die erhaltenen Aequivalente von Alkalien als der Quantität des angewandten Turmalinpulvers entsprechend ansehen wollte, da gewöhnlich viel Mineral unzersetzt bleibt. Als Aequivalent des aufgeschlossenen Minerals und mithin der erhaltenen Menge von Alkalien

mir stets der Niederschlag gedient, den Ammoniak in der schwefelsauren Lösung hervorbrachte.

Auf diese Weise habe ich alle nachstehend erwähnten Arten von Turmalin untersucht.

Um dieselben gleich wissenschaftlich abhandeln zu können, gebe ich noch Folgendes voraus zu schicken.

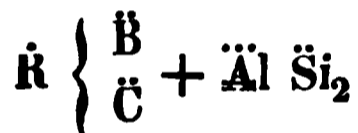
Mit dem Namen von Turmalin bezeichne ich eine Gruppe von Mineralien, welche in der Turmalin-Form krystallisiren und die

Doppelsalze von borsäuren einatomigen Basen mit kieselsäure- und dreiatomigen Basen betrachtet werden können.

Nach chemischen und optischen Verschiedenheiten zerfallen Turmaline in 3 verschiedene Arten, nämlich:

- 1) *Schörl*,
- 2) *Achroït* und
- 3) *Rubellit*.

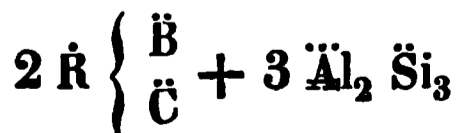
1) Die Schörle werden durch die Formel:



Charakterisirt. Vor dem Löthrohre zeichnen sie sich dadurch aus, dass sie beim Erhitzen leicht schmelzen und dabei stark aufquellen. Nach einer Bemerkung von Hrn. Auerbach unterscheiden sich die Schörle auch in optischer Hinsicht auffallend vom Achroït und Rubellit. Die bekannte Erscheinung, dass bei parallel der Axe geschnittene Turmalin-Platten das Licht nur durchlassen, wenn sie in gewissen Richtungen übereinander gelegt werden, dass sie sich aber gegenseitig verdunkeln, wenn sie kreuzweise gelegt werden, bezieht sich nur auf die Schörle, nicht aber auf Achroït und Rubellit.

Die Schörle haben dadurch, dass R und B sehr verschiedene Basen repräsentiren, eine sehr verschiedene äussere Beschaffenheit, namentlich auch sehr verschiedene Farben. Man kann sie daher nach ihrer verschiedenen Färbung als schwarze, braune, grüne u. s. w. bezeichnen.

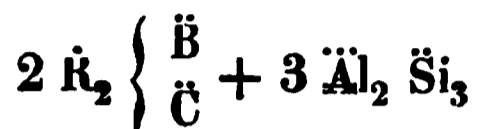
2) Der Achroït ist nach der Formel:



zusammengesetzt. Er unterscheidet sich also von den Schörlen durch einen dreifach grösseren Gehalt von Thonerde-Silicat. Vor

dem Löthrohre schmilzt der Achroït nur schwer an den Kanten und schwillt daher beim Erhitzen auch nicht auf. Er wird dabei blos trübe, undurchsichtig und milchweiss. In optischer Hinsicht unterscheidet sich der Achroït von den Schörln auf die oben angegebene Weise.

3) Der Rubellit ist nach der Formel:



zusammengesetzt.

Vor dem Löthrohre und in optischer Hinsicht verhält er sich wie Achroït und kann daher eben so leicht wie dieses Mineral von den Schörln unterschieden werden. Ausgezeichnet ist der Rubellit durch seinen grossen Mangangehalt bei Abwesenheit von Eisen und Chrom. Er erscheint daher stets roth gefärbt.

Noch muss ich auf einen Umstand aufmerksam machen, der Berücksichtigung verdient. Schörl, Achroït und Rubellit krystallisiren nämlich in derselben Form und unter denselben Winkeln, haben aber dessenungeachtet eine sehr abweichende chemische Constitution. Diese Mineralien liefern also den Beweis, dass gleiche Krystallform nicht immer gleicher oder isomorphgleicher Zusammensetzung entspricht. Ich werde solche Mineralien *heteromerische* nennen und später nachweisen, dass auch unter den Formen von Epidot, Idokras und Granat verschiedene zusammengesetzte oder heteromerische Mineralien vorkommen.

## Ueber die Zusammensetzung der *Formaline*.

### A. *Schörle*.

#### 1) *Schwarzer Schörl von Gornoschit bei Katharinenburg.*

Dieser Schörl bildete mehrere Zoll lange und zum Theil fingerdicke Krystalle von schwarzer Farbe. Die Krystalle waren theils strahlig gruppirt, theils regellos durch einander gewachsen in einem Gesteine, welches an einigen Stellen aus Talkschiefer an andern Stellen aus Chloritschiefer bestand. Die Schörl-Krystalle waren fast undurchsichtig, nur in ganz dünnen Splittern mit schwarzgrüner Farbe durchscheinend.

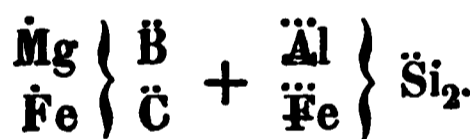
Vor dem Löthrohre erhitzt, schwoll dieser Schörl stark auf und wurde dabei weiss. Mit seiner doppelten Menge trocken

Borax in einem Platintiegel zusammengeschmolzen, blähte er sich stark auf unter Entwicklung von Kohlensäure und verlor bei  $2\frac{1}{2}$  Proc. am Gewicht. Das hierbei erhaltene Glas war durchsichtig und von bouteillengrüner Farbe. In der salzsauren Lösung dieses Glases zeigte Kupfer einen Gehalt von 1,58 Proc. Eisenoxyd an. Dieser Schörl enthielt keine Spur Alkalien; die Alkalien wurden vollständig durch Magnesia vertreten.

Als Resultat der Analyse dieses Schörls erhielt man:

		Sauerstoff.		Proportionen.
Kieselsäure	39,00	20,24	= 20,24	4
Borsäure	10,73	7,35	} = 8,93	2
Kohlensäure	2,50	1,58		
Thonerde	30,65	14,29	} = 14,76	3
Eisenoxyd	1,58	0,47		
Eisenoxydul	6,10	1,35	} = 5,00	1
Magnesia	9,44	3,65		
	<hr/> 100,00.			

Die Formel dieses Schörls ist also:



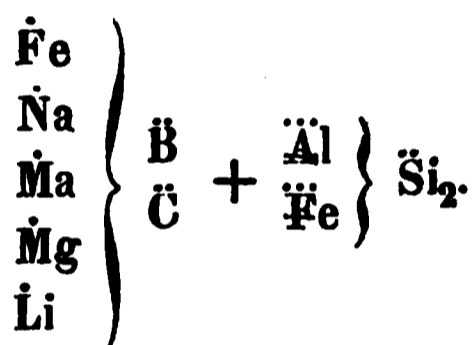
### 2) Brauner Schörl von Mursinsk.

Das Exemplar von braunem Schörl, welches ich zu nachstehender Analyse verwandt habe, bestand aus einem grossen, Zoll langen und 2 Zoll dicken Krystalle mit Endflächen. Derselbe war mit Quarz verwachsen und ursprünglich in Granit vorkommen. Die Farbe des Minerals war im reflectirten Lichte dunkel leberbraun, in dünnen Splittern mit schwarzgrüner Farbe durchscheinend. Beim Erhitzen vor dem Löthrohre schwoll es stark auf zu einer weissen schaumigen Schlacke. Beim Zusammenschmelzen mit Borax entwickelte er 1,662 Proc. Kohlensäure. Das dabei erhaltene Glas war durchsichtig und bouteillengrün gefärbt. In der salzsauren Lösung des Glases zeigte Kupfer einen Gehalt von 0,5 Proc. Eisenoxyd.

Als Resultat der Analyse erhielt man:

		Sauerstoff.		Proportion
Kieselsäure	37,800	19,64	= 19,64	4
Borsäure	9,890	6,80	} = 8,00	2
Kohlensäure	1,662	1,20		
Thonerde	30,563	14,27	} = 14,42	3
Eisenoxyd	0,500	0,15		
Eisenoxydul	12,069	2,66	} = 4,83	1
Manganoxydul	2,500	0,56		
Magnesia	1,420	0,55		
Natron	3,090	0,79		
Kalk	Spuren	—		
Lithion	0,504	0,27		

Die Formel dieses Schörls ist also:

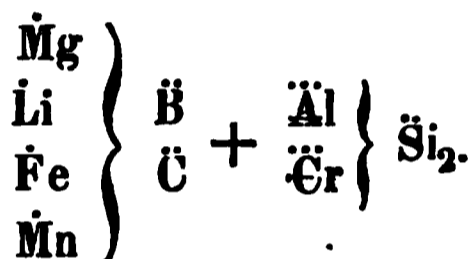


### 3) Grüner Schörl von der Totschilnaia Gora.

Dieser Schörl findet sich oft als recht mächtige Ausscheu-  
gen in dem Beresite der Totschilnaia Gora. Er bildet kug-  
mige Massen, die aus excentrisch gruppirten, nadelförm-  
Schörlkrystallen bestehen. Die Kugeln sind meist dicht zu-  
men verwachsen, stellenweise finden sich jedoch Zwischenrä-  
die gewöhnlich mit Eisenoxyd angefüllt sind. Das Gestein  
von Adern weissen, feinkörnigen Quarzes durchsetzt. Die Fä-  
dieses Schörls ist schmutzig grün, in's Bräunliche. Sein Ver-  
halten beim Erhitzen vor dem Löthrohre und beim Schmelzen  
Borax ist dasselbe wie das des braunen Schörls von Mur-  
Ausgezeichnet ist der grüne Schörl der Totschilnaia jedoch durch  
einen Gehalt von Chromoxyd. Derselbe gab:

		Sauerstoff.		Proportionen.
elsäure	40,535	21,03	= 21,03	4
äure	11,785	8,10	} = 9,30	2
ensäure	1,660	1,20		
erde	31,774	14,80	} = 15,14	3
moxyd	1,166	0,34		
oxydul	3,654	0,81		
anoxydul	0,900	0,20	} = 4,65	1
esia	6,435	2,48		
on	2,091	1,16		
	Spuren	—		
	<hr/> 100,000.			

Formel dieses Schörls ist also:



z ähnlich wie dieser Schörl verhielt sich der grüne Schörl  
chminsk bei Beresowsk. Dieses letztere Mineral bildet  
kugelförmige Conglomerate nadelförmiger Krystalle.  
n sind aber nur in einzelnen Kugeln und Büscheln in  
rösen halbdurchsichtigen Quarze eingewachsen. Auch  
rüne Schörl enthält Chromoxyd.

### B. Achroït.

Name Achroït bezieht sich auf die Farblosigkeit dieser  
Turmalin. Die Charakteristik des Achroïts habe ich  
en gegeben.

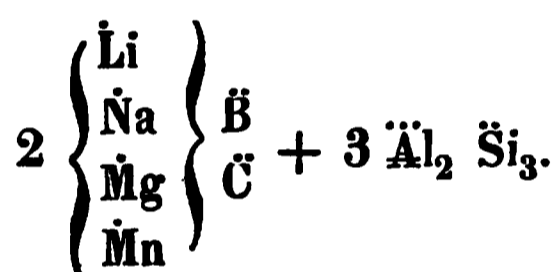
#### *Achroït von St. Pietro in Campo auf Elba.*

er Achroït findet sich in Granit, in prismatischen, an den  
gewöhnlich verbrochenen Krystallen von mittler Grösse.  
ral ist gewöhnlich farblos und durchsichtig, doch finden  
it selten trübe und schwach gefärbte Krystalle. Die  
r letztern ist grünlich oder lichte rosenroth. Die röth-  
ystalle bilden offenbar schon einen Uebergang in Rubellit.  
Erhitzen vor dem Löthrohre schmilzt dieser Achroït  
er an den Kanten, ohne dabei aufzuschwellen. Hierbei

wird er undurchsichtig und milchweiss. In Borax löst er sich unter Entwicklung von Kohlensäure gewöhnlich zu einem farblosen, mitunter zu einem von Mangan röthlich gefärbten Glase auf. Als Resultat der Analyse erhielt man:

		Sauerstoff.		Proportionen.
Kieselsäure	42,885	22,28	= 22,28	18
Borsäure	5,340	3,67	} = 4,87	4
Kohlensäure	1,660	1,20		
Thonerde	44,088	20,59	= 20,59	18
Magnesia	0,450	0,17	} = 2,23	2
Manganoxydul	0,267	0,05		
Natron	3,120	0,80		
Lithion	2,190	1,21		
Kali	Spuren	—		

Diese Mischung entspricht der Formel:



### C. Rubellit.

Der Name Rubellit ist schon alt und bezieht sich auf die rothe Farbe des Minerals. Die Charakteristik des Rubellits habe ich schon oben gegeben.

#### *Rubellit von Sarapulsk bei Mursinsk.*

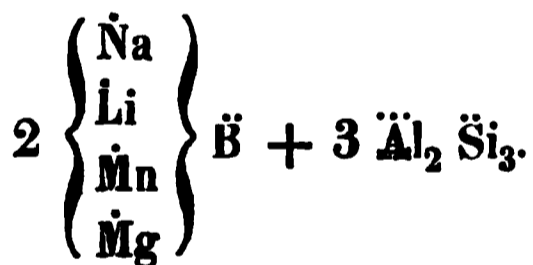
Die Rubellite von Sarapulsk finden sich in Granit-Grus am Abhange eines Granitberges. Sie bestehen entweder aus einzelnen stärkeren Krystallen oder aus strahligen und faserigen Zusammenhäufungen vieler schwächerer Individuen. Auf letzterer Art, dem strahligen Rubellit von Sarapulsk, findet sich hin und wieder Rhodizit.

Der Rubellit, welchen ich zu nachstehender Untersuchung verwandt habe, bestand aus einem einfachen, 2 Zoll langen und 1 Zoll dicken Krystalle. Seine Farbe war rosenroth in's Bläuliche. Der Krystall war halbdurchsichtig. Beim Erhitzen vor dem Löthrohre schmolz das Mineral nur schwer an den Kanten, ohne dabei aufzuschwellen. Dabei wurde der Rubellit undurch-

und milchweiss. In starker Glühhitze verlor das Mineral an Gewichte; dasselbe enthielt also keine Kohlensäure. Dieses Verhalten ist übrigens nicht charakteristisch für die Reihe. Strahliger carminrother Rubellit von demselben Fundort entwickelte Kohlensäure. Eben so verloren die von Gmelin untersuchten Rubellite, nämlich: sibirischer 1,58 Proc. und hiesiger 1,31 Proc. durch Glühen an Gewicht, welcher Verlust aus Kohlensäure bestand. Als Resultat der Untersuchung ergab sich:

		Sauerstoff.		Proportionen.
Wolframsäure	39,70	20,60	= 20,60	18
Ätznatron	6,65	4,57	= 4,57	4
Kohlensäure	0,00			
Erde	40,29	18,82	= 18,82	18
Hydroxyl	2,30	0,51	} = 4,23	4.
Wasser	0,16	0,06		
Iron	7,88	1,99		
Iron	3,02	1,67		
Spuren		—		

Darnach berechnet sich die Formel des Rubellits zu:



### XXXIV.

## Über neue Verbindungen der Wolframsäure mit den Alkalien.

Von

**M. Margueritte.**

*de Pharm. et de Chim. III. Série. 4. Année. Mars 1845.)*

Wolframsäure bildet bekanntlich Salze, in welchen die Säure einmal so viel Sauerstoff enthält als die Base, und ihre als saure betrachteten Salze werden in der Kälte durch Säuren zer-

setzt. Die folgende Abhandlung lehrt noch andere Verbindungen in anderen Verhältnissen und einige interessante Eigenschaften derselben kennen.

Man stellt die Wolframsäure gewöhnlich so dar, dass man den Tungstein mit kohlensaurem Natron glüht und die Auflösung von überschüssigem Alkali und wolframsaurem Natron so lang mit Salzsäure füllt, bis diese beim Umschütteln nicht mehr gelöst wird. Filtrirt man nun diese saure Flüssigkeit von der gefällten Wolframsäure ab und stellt man ein Stück Zinkblech hinein, so nimmt sie eine tiefblaue Farbe an, welche beweist, dass noch eine grosse Menge von Wolframsäure in der Lösung enthalten ist.

Nach den bekannten Eigenschaften dieser Säure dürfte Wasser nicht mehr davon lösen, als eben der Löslichkeit des Säurehydrats entspricht. Dieses Hydrat setzt sich schliesslich aus seiner Lösung beim Kochen oder Abdampfen ab. Nach dem Abdampfen dieser Flüssigkeit nun erhalte ich durch Krystallisiren der Reihe nach zuerst Chlornatrium und dann eine bestimmte Verbindung, welche, wie man sehen wird, in der sauren Flüssigkeit existiren und daraus in Krystallen erhalten werden kann. Mit der kleinen Menge, welche ich erhielt, konnte ich mich leicht von einem Gehalte an Alkali und Wolframsäure überzeugen.

Um die zur Bildung dieses Salzes nöthigen Bedingungen zu ermitteln, untersuchte ich, ob der Ueberschuss an Alkali in der ursprünglichen Flüssigkeit dabei nothwendig sei. Zu dem Ende wurde eine mittelmässig concentrirte Lösung eines wolframsauren Salzes mit einigen Tropfen Salzsäure versetzt. Es bildete sich sogleich ein Niederschlag, welcher sich in der Kälte erhielt, der aber bei gelindem Erwärmen sich vollständig löste. Dieses zeigt mithin, dass sich die Wolframsäure auch ohne Ueberschuss von Natron im unzersetzten neutralen wolframsauren Salze lösen kann. Lässt man Wolframsäurehydrat mit Lösungen von neutralen wolframsauren Salzen sieden, so löst sich die Säure darin in beträchtlicher Menge. Die gesättigte Flüssigkeit setzt beim Erkalten eine Quantität Säure ab, die sie in höherer Temperatur gelöst enthielt. Diese Absätze wiederholen sich während des Abdampfens und schliesslich krystallisirt eine Verbindung unter einer Form, die sich mit der Zusammensetzung abändert. Dieselbe kann von Neuem in Wasser gelöst werden, woraus sie unzersetzt wieder krystallisirt.

Dieses ist die einfachste Darstellungsmethode, wenn schon eine zweite existirt, die indessen in der erstern enthalten ist.

Die gewöhnliche und schon von allen Chemikern als unzulänglich erkannte Methode der Bestimmung der Wolframsäure rieth ich deshalb nicht an, weil in der That ein Fehler von — 2 Proc. die Formel von 4 auf 5 Aeq. der Säure ändern kann. Auch das von Berzelius im Jahresberichte von 1841 angegebene Verfahren, die Säure mit salpetersaurem Quecksilber zu fällen, schien mir nicht für saure wolframsaure Salze günstig, indem die eingemachte Salpetersäure auf das gefällte wolframsaure Quecksilberoxyd wirken könnte.

Das Verfahren, welches ich befolgte und welches ich als außerordentlich genau zur Bestimmung der Wolframsäure empfehle, ist folgendes:

Man übergießt das wolframsaure Salz mit seinem mehrfachen Gewichte reiner concentrirter Schwefelsäure und erhöht die Temperatur nach und nach bis zum Rothglühen. Der geglühte Rückstand ist nun ein Gemenge aus zweifach-schwefelsaurem Salz und freier Wolframsäure. Man bringt dasselbe auf ein Filter und wäscht mit einem Wasser, welches Salmiak aufgelöst enthält, um zu verhindern, dass die Säure mit durch's Filter gehe. Wenn das Waschwasser Barytsalze nicht mehr trübt, glüht man die ausgewaschene Säure, um den Salmiak auszutreiben, befeuchtet mit etwas Salpetersäure und erhitzt, um die eingetretenen oberflächlichen Reductionen der Säure zu entfernen. Man kann nach dieser Methode die Säure in wolframsauren Salzen direct und das Wasser durch Glühen bestimmen.

Indem ich versuchte, das Alkali aus der Menge der gebundenen Schwefelsäure zu bestimmen, fand ich, dass die Wolframsäure in Schwefelsäure bei der Temperatur, welche zur Zerstörung der zweifach-sauren Verbindungen erforderlich ist, eben so ausfällt wie die Kieselsäure und Borsäure; es ist daher von Wichtigkeit, nicht so weit zu gehen.

Dieses zweifach-schwefelsaure Alkali wirkt sehr kräftig bei der Zersetzung eines wolframsauren Salzes ein, indem es allen noch unzersetzten Partikeln Schwefelsäure von so hoher Temperatur darbietet. Man kann sich leicht davon überzeugen, ob das Salz auf diese Weise zersetzt ist, indem man das erste Waschwasser mit etwas Salzsäure versetzt und ein Stück Zink

hinein stellt, wodurch auch die geringsten Spuren durch die blaue Färbung sich bemerklich machen würden.

Nach dieser Methode der Analyse und der oben mitgetheilten Darstellungsweise habe ich nun die folgenden Salze erhalten:

- 1) Zweifach-wolframsaures Natron  $\text{Na O (W O}_3\text{)}^2$ ,  $4\frac{1}{2} \text{HO}$ , blättrige Krystalle, durch Säuren in der Kälte zersetzbar.
- 2) Dreifach-wolframsaures Ammoniak  $\text{N H}_4\text{O (W O}_3\text{)}^3$ ,  $5 \text{HO}$ , Octaëder, schmelzen in ihrem Krystallwasser und unter Wasser wie Phosphor.
- 3) Vierfach-wolframsaures Natron  $\text{Na O (W O}_3\text{)}^4$ ,  $3 \text{HO}$ , aus saurer Flüssigkeit in Tafeln krystallisirt.
- 4) Fünffach-wolframsaures Kali  $\text{K O (W O}_3\text{)}^5$ ,  $8 \text{HO}$ , in prismatischen Krystallen.
- 5) Sechsfach-wolframsaures Ammoniak  $\text{N H}_4\text{O (W O}_3\text{)}^6$ ,  $6 \text{HO}$ , in bestimmten blättrigen Krystallen.
- 6) Doppelsalz von zweifach-wolframsaurem Kali und Ammoniak,  $\text{K O (W O}_3\text{)}^2$ ,  $\text{N H}_4\text{O (W O}_3\text{)}^2$ ,  $6 \text{HO}$ .

Man sieht hieraus, dass sich die Wolframsäure in den Verhältnissen von 1, 2, 3, 4, 5, 6 Aeq. der Säure auf 1 Aeq. Basis verbindet und man kann sich leicht die intermediären Salze weiter verschaffen, wenn man die am meisten sauren mit bestimmten Quantitäten Alkali versetzt. Vielleicht erhält man auch noch mehr saure als ich erhielt, wenn man berücksichtigt, dass ein neutrales wolframsaures Salz eine grosse Menge Säure auflöst, welche beim Erkalten wieder herausfällt und bei anderer Behandlung vielleicht krystallisirt erhalten werden kann.

Diese wolframsauren Salze haben interessante Eigenschaften.

No. 1. Mit Salzsäure, Salpetersäure und Schwefelsäure versetzt, werden sie nicht in der Kälte und erst bei anfangendem Kochen zersetzt.

Erst nach mehr oder weniger längerer Zeit liessen diese Verbindungen in der Kälte oder beim Kochen Wolframsäure absetzen und diese Beständigkeit gegen Säuren, welche die neutralen Salze sogleich zersetzen, steigt mit ihrem Grade an grösserem Säuregehalt. So sind die einfach- und zweifach-sauren Salze noch in der Kälte zersetzbar, aber die vierfach-sauren gar nicht mehr.

**No. 2.** Die Auflöslichkeit wird mit der Zunahme an Säuregehalt nicht geringer, im Gegentheil ist das vierfach-saure Salz viel leichter löslich als das zweifach-saure.

**No. 3.** Mit einem Ueberschuss an Alkali behandelt, werden wiederum durch Säuren in der Kälte zersetzbar, indem sie in neutrales Salz zurückgeführt werden. Bei Anwendung von kauschem oder von kohlensaurem Kali bildet sich ein weisser Niederschlag, der in der Kälte im Ueberschuss von Alkali unlöslich, aber augenblicklich in neutralem wolframsaurem Salze sich auflöst. Dieser Niederschlag ist Wolframsäurehydrat mit einem Ueberschuss an Alkali, den man durch Waschen mit Wasser nicht hingenommen kann.

Zu bemerken ist aber der Umstand, dass die in der Kälte durch einen Ueberschuss an Alkali aus sauren Salzen gefällte Wolframsäure im überschüssigen Alkali unlöslich ist, während die aus neutralen Salzen gefällte leicht löslich ist.

Hat man verdünnte Lösungen und wendet man das Alkali in nicht zu grossem Ueberschuss an, so verschwindet durch Zusatz einer Säure der in der Lösung eines sauren wolframsauren Salzes gebildete Niederschlag wiederum.

**No. 4.** Es reagiren diese Salze auf Reagenzpapiere sehr verschieden, während die neutralen keine oder schwach alkalische Reactionen haben.

**No. 5.** Sie haben einen sehr bitteren Geschmack, noch mehr als die neutralen Salze.

**No. 6.** Sie verlieren gegläut ihr Krystallwasser und ihr chemisch gebundenes Wasser, werden gelb und unlöslich und enthalten ohne Zweifel freie Wolframsäure. Bis auf 220° erhitzt, werden sie noch nicht gelb und nicht unlöslich, erst bei höherer Temperatur tritt dieses ein, indem die letztere Quantität Wasser freier gebunden ist.

**No. 7.** Durch Wechselzersetzung erhalten, bilden sie unlösliche Salze, welche denjenigen entsprechen, welche im Momente, wo sie sich niederschlagen, in diesen Säuren einige Zeit löslich sind, ohne sich zu zersetzen, aber sie verlieren bei freiwilligem Eintrocknen oder im leeren Raume und selbst in dem Mittel, worin sie sich bilden, diese Eigenschaft.

Ihre Bedingungen der Beständigkeit scheinen daher in ihrem Hydratzustande begründet zu sein.

No. 8. Sie können sich unter einander verbinden und Doppelsalze geben, z. B. das Kali-Ammoniak-Doppelsalz.

Wie man immerhin diese Erscheinungen erklären mag, so ist es interessant, dass ein zersetzbares Salz dadurch beständig wird, dass es 1 Atom Säure mehr aufnimmt, und dass damit seine Löslichkeit ebenfalls zunimmt, wenn man sich erinnert, dass Chevreul bei Gelegenheit der Seifen die Bemerkung machte, dass im Allgemeinen bei schwerlöslichen Säuren die Löslichkeit ihrer Salze mit dem grösseren Gehalte an der Säure abnimmt.

In Betreff des Wassers muss man einen Theil als basisches Wasser betrachten, indem es erst über  $220^{\circ}$  fortgeht. Die gelbe Farbe und die Unlöslichkeit, welche die Salze annehmen, scheinen dafür zu sprechen. Die ungewöhnliche Erscheinung eines Bruches in den Aequivalenten des Wassers muss ich wenigstens bei dem zweifach-wolframsauren Natron einstweilen zulassen, weil ich bei mehrfach umkrystallisirten Salzen nicht an der Genauigkeit der Analysen zweifeln konnte.

Man kann ferner Salze in der Art bilden, dass man sie als Doppelsalze von wolframsaurem Alkali und wolframsaurem Wasser betrachtet, indessen müsste man alsdann beim Ammoniak-Kalidoppelsalz drei Basen in diesen Verbindungen annehmen. Man kann schliesslich in der That nur Hypothesen über die Zusammensetzungen dieser Verbindungen aufstellen.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Molybdänsäure sich in dieser Beziehung ganz ähnlich verhält, und ihre Löslichkeit in Säuren würde der Bildung dieser Salze sehr günstig sein. Ich werde in der Folge noch das Verhalten der Wolframsäure zu organischen Säuren untersuchen und bekannt machen.

*Anmerkung.* Diese Untersuchung ist im Laboratorium und unter Leitung von Pelouze angestellt.

## XXXV.

# Ueber eine neue Verbindung des schwefelsauren Kupferoxyds mit Zucker.

(*Journal de Pharmacie et de Chimie. III. Série. Janv. 1845.*)

Wenn man die concentrirten Lösungen von schwefelsaurem Kupferoxyd und Zucker mit einander vermischt, so erhält man nach Verlauf von einem bis zwei Tagen, mitunter nach Verlauf einiger Stunden, einen weissen blass-bläulichen Niederschlag. Diesen habe ich analysirt und die folgende Zusammensetzung erhalten:

Wasserfreies schwefelsaures Kupferoxyd	1 Aeq.
Wasser *)	4 Aeq.
Zucker (nach Thénard und Gay-Lussac)	1 Aeq.

Demnach kann der Zucker 1 Aeq. Krystallwasser im schwefelsauren Kupferoxyd vertreten. Man kann den Zucker leicht jederzeit in krystallinischer Form erhalten, wenn man die Verbindung mit Barytwasser fällt, worauf man den Ueberschuss desselben wiederum mit Kohlensäure wegschafft und die Kohlensäure durch Wärme austreibt.

Die Wirkung der Wärme auf diese Verbindung ist sehr merkwürdig. Die wässerige Lösung setzt zuerst Kupferoxydul, dann metallisches Kupfer ab; letzteres gewiss durch Einwirkung der freigewordenen Schwefelsäure auf das Oxydul.

Bei sehr gelinder Wärme getrocknet und allmählig auf 140° erhitzt, verliert diese Verbindung allmählig alles Wasser und hinterlässt nur schwefelsaures Kupferoxyd im wasserfreien Zustande und Kohle. Diese Resultate erhält man aber nur sehr schwierig, vorher erst intermediäre Producte und unter anderen eine Zusammensetzung, dem Ulmin analog, wie ich glaube, und welche wie die Thierkohle Flüssigkeiten, die durch organische Stoffe gefärbt sind, entfärbt.

Wenn man diesen Körper stark erhitzt, wobei indessen die Temperatur nicht über 140° zu steigen braucht, so bläht er sich auf und schwillt zu einem auffallend grossen Volum an. Noch weiter erhitzt, fängt er Feuer und hinterlässt Kupferoxydul und metallisches Kupfer.

---

\*) Die Verbindung ist nur schwer vom überschüssigen Kupfersalze und eben so von überschüssigem Zucker rein zu erhalten, weshalb die Wasserbestimmung nicht genau sein kann.

## XXXVI.

## Ueber die Dichtigkeit des Eises bei verschiedenen Temperaturen.

Um die Dichtigkeit des Eises bei den verschiedenen Temperaturen zu bestimmen, sind in der letztern Zeit einige Versuchsreihen ausgeführt worden, welche gezeigt haben, dass eine frühere Annahme, *das Eis dehne sich durch die Kälte aus*, auf einem Irrthume beruhen müsse.

Die eine dieser Versuchsreihen wurde von Hrn. C. Brunner jun. aus Bern im Laboratorium des Hrn. Prof. G. Magnus ausgeführt, die zweite habe ich selbst unternommen. Diese ist als noch nicht vollendet zu betrachten und ich hoffe sie im nächstfolgenden Winter ausdehnen zu können.

Hr. Brunner hat seine Versuche ausführlich in Poggend. Ann. LXIV. S. 113 mitgetheilt; einen Auszug davon hat Hr. Prof. Magnus in den Berichten der Berl. Acad., Februar, gegeben, den wir hier folgen lassen:

„Es herrschte bisher immer noch einige Ungewissheit über das Verhalten des Eises bei verschiedenen Temperaturen, indem viele Physiker noch der alten Ansicht von Musschenbroek huldigten, dass das Eis durch die Kälte sich ausdehne, während Placidus Heinrich schon im Jahre 1807 durch Messung der Länge eines Eiscylinders diese Meinung widerlegt hatte.

Im Jahre 1843 machte Hr. Dr. Petzholdt in Dresden \*) einige Versuche über diesen Gegenstand bekannt, durch welche er die alte Meinung von Musschenbroek wieder bestätigt zu haben glaubte und auch sofort dieselbe als Grundlage einer neuen Gletscher-Theorie betrachtete. — Im verflossenen Monat December führte Hr. C. Brunner eine neue Versuchs-Reihe über den nämlichen Gegenstand aus, indem er vollkommen luftfreies Eis bei verschiedenen Temperaturen sowohl in Terpentinöl als in Steinöl wog. — Die Versuche sind mit der Vorsicht angestellt, dass das Eis durch Verdunstung nichts mehr an Gewicht verlieren konnte, nachdem es in der Luft gewogen war. Durch vorläufige Versuche war die Zeit ermittelt, welche das Eis bedurfte, um die Temperatur des umgebenden Oeles anzunehmen, das sich in einer

---

\*) Beiträge zur Geognosie von Tyrol.

kaltmachenden Mischung befand und von Zeit zu Zeit, namentlich vor den Wägungen, umgerührt wurde. Ein empfindliches Thermometer gab die Temperatur des Oeles zu erkennen.

Auf diese Weise wurden 13 verschiedene Wägungen innerhalb der Temperatur-Grenzen von  $-0,75^{\circ}\text{C.}$  und  $-21,25^{\circ}$  an- gestellt, aus denen auf das Bestimmteste hervorgeht, dass das Eis durch Temperatur-Erniedrigung sich zusammenzieht.

Da diess den Angaben des Hrn. Petzholdt direct wider- spricht, so hat Hr. Brunner noch eine neue Reihe von Versu- chen, ganz nach der von Hrn. Petzholdt angewandten Methode, unternommen, nur dass statt eines Kastens aus dünnem Silber- blech ein ähnlicher von denselben Dimensionen aus Messing be- nutzt wurde und die Wägung in Steinöl statt in Aether stattfand. Indess waren die Resultate mit den früher von ihm durch directe Wägung erhaltenen übereinstimmend.

Aus den gefundenen Zahlen berechnete Hr. Brunner das spec. Gew. des Eises bei  $0^{\circ} = 0,9180$ , das des Wassers bei der- selben Temperatur gleich 1 gesetzt, und bei  $-20^{\circ} = 0,92025$ . Die lineare Zusammenziehung ergibt sich aus seinen Versuchen für  $1^{\circ}\text{C.}$  im Mittel  $= 0,0000375$  oder  $\frac{1}{26700}$ .

Es beträgt demnach die Zusammenziehung des Eises durch Temperatur-Erniedrigung mehr als bei allen festen Körpern, die bisher in dieser Beziehung geprüft worden sind.

Vergleicht man ferner mit diesen Resultaten das Verhalten des Wassers in flüssiger Form, dessen Ausdehnung Despretz \*) bis  $-20^{\circ}\text{C.}$  untersucht hat, so stellt sich das merkwürdige Re- sultat heraus, dass das Wasser in flüssiger Form durch Tempera- tur-Erniedrigung sich ausdehnt, während es in fester Form durch dieselbe Temperatur-Veränderung sich zusammenzieht.“

Als Flüssigkeit, in der das Eis gewogen wurde, wählte ich Quecksilber an, wodurch ich den Vortheil erlangte, durch eine geringe Volumen-Veränderung des Eiscylinders eine bedeutende Gewichts-Veränderung zu erhalten.

Das Quecksilber wurde bei verschiedener Temperatur in einer Glasflasche mit eben abgeschliffenem Rande gewogen, bedeckt mit einer Glasplatte, an der sich eine kleine Oeffnung in der Mitte befand. Bei  $15^{\circ}$  fasste die Flasche 1107,414 Grm.

\*) *Ann. de Chimie et de Physique*, Tom. LXX. p. 24. Dies. Journ. Bd. XXXII. S. 493.

Quecksilber. Die tarirte Flasche wog 105 Grm. ungefähr. Die Wage, deren ich mich bediente, gab bei dieser Belastung deutlich und genau 1 Milligrm. an.

Der Eiscylinder, den ich anwandte, wog etwa 42 Grm. Bis jetzt habe ich nur die Ausdehnung des Eiscylinders von  $-12^{\circ}$  C. bis  $0^{\circ}$  bestimmt; für diesen Temperatur-Unterschied fand ich 0,00042 linear; diess würde für jeden Grad 0,000035 geben. Diese Zahl bedarf noch einer kleinen Correction, da mir die Ausdehnung meines Glases nicht bekannt war und ich den Magnus'schen Ausdehnungscoefficienten dafür angenommen haben. Im nächstfolgenden Winter werde ich diese Versuche fortsetzen und sie dann ausführlich mittheilen.

*Md.*

## XXXVII.

### Arsenikhaltige Schwefelsäure

wird namentlich durch Calcination des Pyrits in den Fabriken Frankreichs und Englands gewonnen. Am Harz ist eine Fabrik, welche neben rauchender Schwefelsäure die Darstellung der englischen Schwefelsäure betreibt, indem sie die sich entwickelnde schweflige Säure dazu benutzt; aber auch diese ist stark arsenikhaltig.

Hr. Dupasquier hat sich damit beschäftigt, ein einfaches Mittel zur Entfernung des Arseniks aufzufinden. Nach ihm ist es Arseniksäure, welche der Schwefelsäure beigemischt ist, und sie kann  $1 - 1\frac{1}{2}$  Tausendtheile betragen.

Weder Chlorwasserstoffsäure noch Schwefelwasserstoff kann die Arseniksäure völlig entfernen. Ein alkalisches Schwefelmetall erfüllt hingegen den Zweck vollkommen, und zwar eignet sich in Rücksicht auf Wohlfeilheit und Wirksamkeit dazu am meisten Schwefelbaryum, welches zugleich den Gehalt an Salpetersäure in der Schwefelsäure zerstört.

(*Compt. rend.* XX. 794.)

## XXXVIII.

### **Chemische Untersuchung eines kochsalzhaltigen Mineralwassers aus einem Bohrloche der Zwickauer Steinkohलगewerkschaft.**

Vom

Prof. **C. Kersten** in Freiberg.

Dieses Wasser, von dem bereits öffentliche Blätter Nachricht geben haben, entströmt einem Bohrloche nach Durchsinkung ersten Kohlenflötzes in dem Zwickauer Steinkohlengebirge der Zwickauer Steinkohलगewerkschaft. Abgesehen von deren Gründen, aus welchen dieses Wasser Aufmerksamkeit dient, dürfte es auch wegen einiger seiner Bestandtheile, die noch niemals in Salzquellen und Mineralwässern beobachtet wurden, ein chemisches Interesse gewähren. Deshalb erlaube mir, die chemische Untersuchung dieses Wassers, mit welcher von meiner hohen Behörde beauftragt worden war, hier kurz mittheilen.

Das Wasser ist klar, geruch- und farblos; es besitzt einen kräftigen salzigen, etwas bitteren Geschmack, reagirt in Folge eines geringen Gehaltes an freier Kohlensäure schwach sauer und beträgt bei  $+10^{\circ}\text{C}$ . ein specifisches Gewicht von 1,0171. Im Bohrloche ist eine Temperatur  $= +11,24^{\circ}\text{R}$ . Lässt man das Wasser in Berührung mit der Luft stehen, so entbinden sich aus ihm kleine Blasen von Kohlensäure und gleichzeitig wird das Wasser trübe. Nach einiger Zeit scheidet sich ein gelblicher krümeliger Niederschlag ab. Wird das Wasser gekocht, so finden dieselben angeführten Erscheinungen, nur schneller statt.

#### *A. Qualitative Analyse.*

#### *Untersuchung des bei dem Kochen des Wassers entstehenden Niederschlages.*

Bei der Auflösung dieses grauen Niederschlages in Chlorwasserstoffsäure entwickelt sich Kohlensäure. Man erhält eine vollständige Auflösung und es bleibt ein grauer Rückstand, welcher ähnlich wie Kieselerde, mit organischen Stoffen verbunden, verhält.

1) Aetzammoniak bewirkt in der mit einigen Tropfen Salpetersäure erwärmten Auflösung einen geringen braunen Nieder-

schlag. Eine grössere Menge desselben wurde erwärmt, die alkalische Flüssigkeit von dem Eisen mit Salpetersäure neutralisirt und sodann mit Wasser versetzt. Es entstand ein geringer, weisser flockiger Niederschlag, welcher, mit Kobaltsolution befeuchtet und getrocknet, eine violette Farbe annahm. Nach dem Befeuchten mit Schmelze ergrünete die äussere Löthrohrflamme nicht grünlich. Kalium und Quecksilber in einem Kölbchen gehaltene Masse sodann nach dem Abgiessen des Ueberschusses dem Erkalten mit Wasser benetzt, so war kein Phosphorwasserstoffgas wahrzunehmen. Die Thonerde phosphorsäurehaltig.

2) Das mit Kalilauge behandelte Eisenoxyd mit Salpetersäure gelöst, die Lösung mit Ammoniumacetat und mit einem Ueberschusse von Schwefelammonium versetzt, die zurückgebliebene Flüssigkeit wurde mit einigem Phosphorwasserstoffsäure versetzt und erwärmt, der abgeseigte Niederschlag filtrirt und das Filtrat mit Ammoniak und Chlorwasser versetzt und in einem verschlossenen Gefässe ruhen gelassen. Es bildete sich ein geringer weisser Niederschlag, welcher in essigsaurem Natron leicht löslich war. Nach dem Befeuchten mit Schwefelsäure die äussere Löthrohrflamme grünlich färbte, als nach dem Glühen mit Kalium und dem Benetzen der erkalteten Masse mit Wasser Phosphorwasserstoffgas entwickelte. Dieser geringe Niederschlag bestand daher in basisch-phosphorsaurem Kalk. Das Eisen wurde in Königswasser aufgelöst und durch bernsteinsaures Ammoniak gefällt. Das bernsteinsaure Eisenoxyd getrennte Fluidum wurde durch Salzsäure zerlegt, der Salzzurückstand gegläht. Nach Verflüchtigung blieb kein phosphorsaurer Kalk zurück, sondern ein braunes Pulver, welches, wie die Behauptung, mit Soda vor dem Löthrohre ergab, aus Mangan

3) Ein Theil der von 1) nach der Fällung mit Ammoniak zurückgebliebenen Flüssigkeit wurde mit Schwefelsäure und mit Gipswasser versetzt. Nach 24 Stunden entstand erst nach mehreren Stunden eine merkliche Trübung.

Dem anderen Theile dieser Flüssigkeit wurde oxalsaures Natrium zugefügt. Es bildete sich sogleich ein Niederschlag von reinem Kalk.

Die von dem oxalsauren Kalke abfiltrirte Flüssigkeit gab, mit phosphorsaurem Natron versetzt, eine Spur von phosphorhaltiger Ammoniak-Talkerde.

Ein Theil des Filtrats von 1) wurde mit Schwefelammonium versetzt. Nach einiger Zeit entstand ein schwacher Niederschlag, welcher vor dem Löthrohre die Reactionen von Mangan

als eine Quantität des bei dem Kochen des Wassers entstehenden Niederschlages in Salpetersäure aufgelöst und die Aufnahme in einem Platintiegel zur Trockniss eingedampft worden zeigte sich ein über den Tiegel während des Abdampfens gehängtes Uhrglas nicht angegriffen. Der Niederschlag enthält keine Fluorverbindungen. — Der durch das Kochen des Wassers entstehende Niederschlag besteht daher aus kohlensaurem Natrium, kohlensaurem Eisenoxydul, Spuren von kohlensaurem Natriumoxydul und kohlensaurer Talkerde, welche als Bicarbonate im Wasser enthalten sind, mit kleinen Antheilen von Kieselerde und Phosphorsäure.

### *Untersuchung des gekochten und filtrirten Wassers.*

Das gekochte Wasser reagirt neutral, enthält daher kein freies Alkali.

Verdünnte Schwefelsäure und Gipswasser bewirken auch in sehr stark verdünntem Wasser nach einiger Zeit einen weissen pulverförmigen Niederschlag, welcher weder in Wasser, noch in Säuren löslich ist. Diese auffallende Erscheinung veranlasste mich, eine grössere Quantität dieses Niederschlages zu erzeugen, welcher folgenden Versuchen unterworfen wurde.

Mit Soda auf Platinblech geschmolzen, gab dieser Niederschlag eine völlig klare, durchsichtige Masse, die erst bei dem Erhitzen undurchsichtig und milchweiss wurde. Mit Soda gemengt und das Gemenge auf Kohle geschmolzen, erhielt man eine feste Masse, welche sich gänzlich in die Kohle zog. Der Niederschlag enthielt demnach keine Spur von Talkerde.

Um denselben weiter zu prüfen, wurde er mit dem 3fachen Natriumcarbonat Soda gemengt und das Gemenge in einem Platintiegel

stark geglüht. Die geschmolzene Masse wurde mit Wasser gekocht und der unlösliche Erdenrückstand abfiltrirt und ausgelaut. Er löste sich in Chlorwasserstoffsäure vollständig. Die neutrale Auflösung wurde mit Kieselfluorwasserstoffsäure versetzt. Nach einigen Minuten entstand ein starker weisser stallinischer Niederschlag. Gips- und Strontian-Auflösungen in Wasser gaben weisse pulverförmige Niederschläge. Die von der Fällung mit Kieselfluorwasserstoffsäure zurückgebliebene Flüssigkeit bildete, mit Schwefelsäure versetzt, einen weissen pulverförmigen Niederschlag, welcher mit Soda im Platintiegel geschmolzen wurde. Nach dem Auslaugen der geschmolzenen Masse mit Wasser wurde die zurückgebliebene Erde in Chlorwasserstoff aufgelöst und die Auflösung verdampft. Hierbei erhielt man tafelförmige Krystalle, welche an der Luft feucht wurden, in der äusseren Löthrohrflamme schön *roth* färbten, sich in wasserigem Alkohol leicht lösten und deren Auflösung in Wasser durch Zugabe von Wasser pulverförmig, aber nicht durch Strontianwasser und Kieselfluorwasserstoffsäure gefällt wurde. Diese Versuche, welche man mehrfach mit gleichen Ergebnissen wiederholte, beweisen unzweifelhaft, dass der durch verdünnte Schwefelsäure in gekochtem Wasser hervorgebrachte Niederschlag aus schwach saurem *Baryt* und *Strontian* besteht. Da in der Auflösung bei dem Kochen des Wassers entstehender Niederschlag durch Chlorwasserstoffsäure durch Schwefelsäure nur eine höchst geringe Trübung entsteht, so sind beide gedachten Basen in dem Mineralwasser als Chlormetalle enthalten.

3) Wie zu erwarten stand, bewirkte eine Lösung von *Baryum* in dem gekochten Wasser *keinen* Niederschlag.

4) Das Wasser, welches durch verdünnte Schwefelsäure von *Baryt* und *Strontian* befreit worden ist, wird auf Zusatz von *Ammoniumoxalat* stark gefällt; eben so bildet oxalsaures *Ammoniak* einen deutlichen Niederschlag von oxalsaurem *Kalk*.

5) In dem Filtrate von 4) bewirkt basisch-phosphorsaures *Ammoniak* eine bedeutende Fällung von phosphorsaurem *Talk* und *Ammoniak*.

6) Nachdem aus einem Theile des gekochten Wassers die *Kalkerde* durch *Barytwasser* niedergeschlagen und abfiltrirt worden war, wurde aus dem Filtrate alle *Kalkerde* und der überschüssige *Baryt* durch kohlensaures *Ammoniak* in der Wärme ge-

Die zurückgebliebene filtrirte Flüssigkeit wurde zur Trockniss verdampft und der Salzurückstand geglüht. Das Residuum bestand aus **Chlornatrium**.

7) Um zu erfahren, ob das salzhaltige Wasser Kali enthalte, wurde ein Theil des bei dem Versuche 6) erhaltenen Chlornatriums in Wasser gelöst, die Lösung mit Kaliumplatinchlorid versetzt und eingedampft. Bei dem Aufweichen des Rückstandes mit Alkohol und auf Zusatz der zur Lösung des Chlornatriums nöthigen Menge Wassers blieb gelbes Kaliumplatinchlorid in geringer Menge zurück.

8) 3 Pfd. gekochtes Wasser wurden mit kohlensaurem Natron versetzt und hierauf zur Trockniss verdampft. Die erhaltene Salzmasse löste man in Wasser auf und trennte die Lösung von der ausgeschiedenen Talkerde. Dieser Lösung wurde phosphorsaures Natron zugefügt, worauf sie völlig zur Trockniss gebracht wurde. Bei dem Aufweichen der Salzmasse blieb zwar ein geringer unlöslicher Rückstand; derselbe war aber vor dem Erhitzen auf Platindraht unschmelzbar und nahm nach dem Bechtern mit Kobaltsolution und darauf folgendem Glühen eine violette Farbe an, bestand demnach und noch in Folge anderer ähnlicher Versuche aus phosphorsaurem Talkerde-Ammoniak, und enthielt eine Spur Lithion zu enthalten.

9) Weder Kaliumeisencyanür noch Cyanid bewirkten in dem gekochten Wasser eine Fällung, daher ist die geringe Menge des dem nicht gekochten Wasser enthaltenen Eisens als kohlenstoffreiche Verbindung darin enthalten.

### c) *Ausmittlung der Säuren und Salzbilder.*

1) Die durch das ungekochte Wasser bewirkte schwache Färbung des Lakmuspapieres verschwand nach kurzer Zeit. Kalkwasser bewirkte darin eine geringe Trübung, welche auf Zusatz einer grösseren Menge ungekochten Wassers wieder vernichtet wurde. Dem zufolge enthält das Wasser kleine Mengen Kohlensäure.

2) Salpetersaures Silber gab mit dem mit Salpetersäure erhitzen Wasser einen starken flockigen Niederschlag von Chloridsilber.

3) Eine Auflösung von Chlorbaryum bringt in dem gekochten angesäuerten Wasser, wie bereits angeführt, nicht die ge-

ringste Trübung hervor; demnach enthält das untersuchte Wasser weder schwefelsaures Natron, schwefelsauren Kalk, noch andere schwefelsaure Salze.

4) Um das Wasser auf einen Gehalt an Brom zu prüfen, wurde eine grössere Menge desselben durch Abdampfen concentrirt und in die nach dem Auskrystallisiren des Kochsalzes zurückgebliebene Mutterlauge Chlorgas geleitet. Sie nahm hierdurch eine gelbe Farbe an. Als sie hierauf in eine gut verschlossene Flasche gebracht, mit Aether versetzt und das Gemenge geschüttelt wurde, entfärbte sich die Mutterlauge und der schwimmende Aether nahm eine orangegelbe Farbe an. Der entfärbte Aether wurde mittelst einer Saugröhre von der Mutterlauge abgehoben und mit etwas Kalilauge geschüttelt, wodurch er seine Farbe verlor. Die alkalische Flüssigkeit wurde zur Trockne verdampft und der Rückstand mit Schwefelsäure und Mangan-superoxyd aus einem Kölbchen destillirt. Die übergehende Flüssigkeit färbte Stärkekleister intensiv *gelb*. Das salzhaltige Wasser enthält daher *Brom*.

5) Zur Prüfung des Wassers auf einen Jodgehalt wurde eine Quantität Mutterlauge desselben, nach dem Anschliessen des Kochsalzes erhalten, eingedampft und der Salzurückstand in eine Retorte mit Schwefelsäure erwärmt. Der in den Hals der Retorte gesteckte Streifen von Stärkemehlpapier nahm bei wiederholten Versuchen jedesmal nach wenig Stunden eine *violette* Farbe an. Auch die concentrirte Mutterlauge erlitt durch Palladiumchlorid eine braune Färbung. — Demzufolge enthält das Wasser, selten der Fall ist, neben *Brom* auch *Jod*, zwei Körper, wovon so weit mir bekannt, in sächsischen Mineral- und Quellwässern noch nicht beobachtet worden sind.

Aus diesen Versuchen resultirt, dass das fragliche salzhaltige Wasser nach dem Kochen von Basen: Natron, Kalkerde, Talk und Kali, von Säuren keine, von Salzbildern: Chlor, Brom, Jod enthält.

## B. Quantitative Analyse.

### a) Bestimmung des Abdampfungsrückstandes.

Obgleich vorauszusehen war, dass durch Abdampfung des Wassers das Gesamtquantum seiner fixen Bestandtheile mit Genauigkeit ermittelt werden konnte, da das in ihm e

**Chlormagnesium**, bis circa  $+ 120^{\circ}$  C. erhitzt, noch Wasser zurückhält, andererseits wieder bei einer höheren Temperatur allmählich zerlegt wird, indem sich Chlor entwickelt, so wurden einige Abdampfungsversuche angestellt, um wenigstens approximativ den Gehalt des Wassers an feuerbeständigen Bestandtheilen zu erfahren. 1000 Grm. Wasser, in gelinder Wärme verdunstet, lieferten 27,40 Grm. dem Ansehen nach trocknen Salzbestand. In einem bedeckten Platintiegel, bis keine Verknüpfung des Kochsalzes mehr zu bemerken war, allmählich und schwach mittelroth geglüht, verlor derselbe noch 0,50 Grm., wonach auf 1000 Gewichtstheile Wasser annähernd 26,90 Grm. Bestandtheile kommen. Schon in dieser geringen Hitze entzuckelte sich aus dem Chlormagnesium Chlor. Ein 2. Versuch, der nämlichen Menge Wasser ausgeführt, gab die Totalmenge der fixen Bestandtheile zu 27,20 pr. M. an.

1000 Grm. Wasser wurden gekocht, wobei sich die kohlenstoffigen Erden u. s. w. abschieden. Scharf getrocknet, betrug ihr Gewicht 0,540 Grm.

1000 Grm. Wasser lieferten daher im Mittel beider Versuche annähernd

26,90	Grm. feuerbeständige, in Wasser lösliche Salze, und
0,540	- kohlensaure Erden, kohlensaures Eisenoxydul u. s. w.
<hr/>	
27,440	Grm. Summa der fixen Bestandtheile.

#### b) *Bestimmung des Chlors.*

150 Grm. Wasser wurden bis zum Sieden erhitzt, worauf hierbei entstandene Niederschlag abfiltrirt wurde. Das Filtrat versetzte man mit etwas Salpetersäure und hierauf in der Wärme mit salpetersaurem Silberoxyd. Das Chlorsilber wurde getrocknet, bis es nicht mehr an Gewicht verlor. Dasselbe betrug 160 Grm.

Eine zweite Bestimmung mit der nämlichen Menge Wasser ergab 9,330 Grm. Chlorsilber. Im Mittel gaben daher 150 Grm. Wasser 9,345 Grm. (jod- und bromhaltiges) Chlorsilber. 1000 Gewichtstheile Wasser enthalten daher 15,367 Grm. Chlor.

#### c) *Bestimmung des Chlorcalciums.*

150 Grm. Wasser wurden gekocht, der Niederschlag abfiltrirt und hierauf mit kleinen Mengen verdünnter Schwefelsäure zur

Abscheidung des Baryts und Strontians in der Wärme versetzt. Nachdem sich der Niederschlag schon nach 1 Stunde abgesetzt hatte, wurde er filtrirt und das Filtrat hierauf mit oxalsaurem Ammoniak gefällt. Nach dem Absetzen wurde der Niederschlag gleich filtrirt und nach dem Trocknen durch schwaches Glühen in kohlensauren Kalk verwandelt. Sein Gewicht betrug 0,855 Grm. Bei dem Auflösen des kohlensauren Kalkes blieben einige braune Flocken zurück, deren Natur wegen ihrer geringen Menge nicht näher untersucht werden konnte. Obige 0,855 Grm. kohlensaurer Kalk entsprechen 0,481 Grm. Kalkerde oder 0,345 Grm. Calcium. — 1000 Theile Wasser enthalten daher 2,30 Grm. Calcium, welche mit 3,990 Chlor = 6,290 Chlorcalcium bilden.

d) *Bestimmung des Chlormagnesiums.*

Die von der Fällung des Kalkes zurückgebliebene Flüssigkeit wurde mit phosphorsaurem Natron und Ammoniak in gelinder Wärme gefällt, der Niederschlag mit ammoniakhaltigem Wasser ausgesüsst, getrocknet und geglüht. Die erhaltene basische phosphorsaure Talkerde betrug 0,550 Grm., welche 0,2016 Grm. Talkerde = 0,1235 Grm. Magnesium äquivalent sind. Mit Soda und Salpeter auf Kohle geschmolzen, reagirte sie nicht auf Mangan. 1000 Gewichtstheile Wasser enthalten daher 0,823 Magnesium, welche mit 2,30 Grm. Chlor = 3,123 Chlormagnesium bilden.

e) *Bestimmung des Chlornatriums und Chlorkaliums zusammen.*

Hierzu wurden 500 Grm. gekochtes, von dem Niederschlag abfiltrirtes Wasser verwendet. Man fällt daraus zuerst die Talkerde durch Barytwasser, hierauf die Kalkerde und den überschüssigen Baryt durch kohlensaures Ammoniak. Die von dem Niederschlage abfiltrirte Flüssigkeit wurde verdunstet und der Rückstand schwach geglüht. Das Gewicht des erhaltenen Gemenges von Chlornatrium und Chlorkalium betrug 7,532 Grm. 1000 Theile Wasser enthalten hiernach 15,064 Chlornatrium und Chlorkalium.

f) *Bestimmung des Chlorkaliums.*

Das bei dem so eben angeführten Versuche erhaltene Gemenge von Chlornatrium und Chlorkalium wurde in Wasser gelöst, die ganz klare Flüssigkeit mit einem starken Ueberschusse von Platinchlorid versetzt und in gelinder Wärme verdampft. Zu d

-haltenen Salze fügte man Alkohol und die zur Wiederauflösung  
 des Chlornatriums nöthige Menge Wasser. Es blieb hierbei  
 Platinchlorid zurück. Die gelbe Auflösung wurde nach  
 der Filtration desselben nochmals mit etwas Platinchlorid versetzt,  
 verdampft und der Rückstand mit Alkohol und Wasser behandelt,  
 wodurch noch ein wenig von dem Platindoppelsalze erhalten  
 wurde. Die gesammte erhaltene Menge desselben betrug nach  
 scharfem Trocknen 0,295 Grm. Diese entsprechen 0,090 Chlor-  
 natrium. 1000 Gewichtstheile Wasser enthalten daher 0,1138 Kali  
 = 0,180 Chlorkalium.

### *g) Bestimmung des Chlornatriums.*

In e) hatte sich ergeben, dass 1000 Gewichtstheile des Was-  
 sers = 15,064 Theile Chlornatrium und Chlorkalium enthalten.  
 Wird hiervon die in f) gefundene Menge Chlorkalium = 0,180  
 abgezogen, so bleiben für Chlornatrium = 14,884 auf  
 1000 Gewichtstheile Wasser.

### *h) Bestimmung des Chlorstrontiums und Chlorbaryums.*

4050 Grm. Wasser wurden gekocht, von dem Niederschlage  
 abfiltrirt, mit etwas Chlorwasserstoffsäure angesäuert, mit vielem de-  
 stillirten Wasser verdünnt und durch schwache Schwefelsäure ge-  
 fällt. Nachdem sich der pulverförmige Niederschlag abgelagert  
 hatte, wurde die Flüssigkeit decantirt, der Niederschlag auf ein  
 feines Filter gebracht und stark ausgesüsst. Nach scharfem  
 Trocknen betrug sein Gewicht 0,333 Grm. Dieses Gemenge von  
 schwefelsaurem Strontian und schwefelsaurem Baryt wurde mit  
 der 3fachen Gewichtsmenge kohlensauren Natrons in einem Pla-  
 tintiegel gebrannt und die gebrannte Masse in Wasser aufgeweicht.  
 Der ausgelaugte unlösliche Rückstand auf dem Filter wurde in  
 Chlorwasserstoffsäure gelöst, die Lösung durch Abdampfen neu-  
 tral gemacht und dann mit Kieselfluorwasserstoffsäure versetzt.  
 Nachdem sich der weisse krystallinische Niederschlag abgelagert  
 hatte und sich auf erneuerten Zusatz dieses Fällungsmittels nach  
 längerem Stehen der Flüssigkeit kein Niederschlag mehr erzeugte,  
 wurde das Kieselfluorbaryum auf ein zuvor gewogenes Filter ge-  
 bracht und scharf getrocknet. Sein Gewicht betrug 0,520 Grm.  
 Diese entsprechen 0,095 Grm. Baryt oder 0,129 Chlorbaryum.  
 Dem Filtrate von dem Kieselfluorbaryum wurde Schwefelsäure

zugefügt und dasselbe sodann zur Trockniss verbraucht, der Rückstand geglüht und gewogen. Die Menge des erhaltenen schwefelsauren Strontians betrug 0,188 Grm. Er wurde mit kohlensaurem Natron gebrannt und der unlösliche Rückstand, nach der Behandlung der geschmolzenen Masse mit Wasser, in Chlorwasserstoffsäure gelöst. Diese Auflösung wurde weder durch Kieselfluorwasserstoffsäure, noch eine Lösung von schwefelsaurem Strontian in Wasser gefällt, bildete, zur Trockniss verdampft, ein zerfliessliches Salz und färbte die äussere Löthrohrflamme *roth*. Obige 0,188 Grm. schwefelsaurer Strontian sind 0,1624 Grm. Chlorstrontium äquivalent. 1000 Theile Wasser enthalten daher 0,0310 Chlorbaryum und 0,0400 Chlorstrontium.

i) *Vergleichung des durch directe Versuche gefundenen Chlors mit dem in den Chlormetallen enthaltenen.*

Nach b) gaben 1000 Theile Wasser 15,367 Chlor.

Nach c) sind enthalten in	6,290	Chlorcalcium	3,9900	Chlor.
- d) - - -	3,123	Chlormagnesium	2,3000	-
- f) - - -	0,180	Chlorkalium	0,0854	-
- g) - - -	14,884	Chlornatrium	8,9815	-
- h) - - -	0,031	Chlorbaryum	0,0105	-
- h) - - -	0,040	Chlorstrontium	0,0179	-
				<hr/> 15,3853 Chlor.

k) *Analyse des bei dem Kochen des Wassers entstehenden Niederschlages.*

1) 0,324 Grm. dieses Niederschlages, entsprechend 600 Grammen des Wassers, wurden in verdünnter Salpetersäure in einem Platintiegel aufgelöst, wobei derselbe mit einem Uhrglase bedeckt gehalten wurde. Es war bei dem Eintrocknen der Auflösung kein Angriff des Glases zu bemerken. Die trockene Masse wurde mit Chlorwasserstoffsäure gelinde erwärmt, wobei ein geringer Rückstand blieb, welcher nach dem Glühen 0,010 Grm. wog und in Kieselsäure bestand.

2) Die gelbe Auflösung wurde, nachdem sie, mit Schwefelsäure geprüft, kaum merklich getrübt worden war, mit kaustischem Ammoniak gefällt und der Niederschlag unter Abhaltung der Luft filtrirt und geglüht. Sein Gewicht betrug 0,081 Grm.

Er wurde wieder in Chlorwasserstoffsäure gelöst und die Lösung mit einem Ueberschusse von Kalilauge gekocht. Diese Flüssigkeit, mit Salpetersäure neutralisirt und durch Ammoniak gefällt, lieferte 0,008 Grm. Thonerde, welche, mit Kalium unter Quecksilber in einem Kölbchen geglüht, eine Masse lieferten, die, mit Wasser benetzt, kein Phosphorwasserstoffgas entwickelte. Das zurückgebliebene Eisenoxyd wurde in Chlorwasserstoffsäure gelöst und aus der mit Ammoniak abgestumpften Auflösung durch Schwefelammonium gefällt.

3) Die zurückgebliebene Flüssigkeit wurde erwärmt, der abgeschiedene Schwefel abfiltrirt und hierauf mit Chlorcalciumlösung und Ammoniak in einem Fläschchen versetzt, welches sodann verschlossen wurde. Nach einiger Zeit hatten sich weisse Flocken von basisch-phosphorsaurer Kalkerde abgesetzt, deren Gewicht nach dem Glühen 0,018 Grm. betrug. Diese entsprechen 0,008 Grm. Phosphorsäure.

4) Das Schwefeleisen wurde in Königswasser gelöst und aus der Auflösung nach der Neutralisation mit Ammoniak durch bernsteinsaures Ammoniak gefällt. Nach dem Glühen des Niederschlages betrug sein Gewicht 0,062 Grm., welche 0,0908 Grm. kohlensauren Eisenoxyduls äquivalent sind.

5) Die von dem bernsteinsauren Eisenoxyde zurückgebliebene Flüssigkeit wurde mit einigen Tropfen Chlorwasser versetzt, wodurch sich nach einiger Zeit einige braune Flocken von Manganoxydhydrat absetzten, welche geglüht 0,002 Grm. Manganoxyduloxyd gaben. Die hiervon zurückgebliebene Flüssigkeit verdampft und der Rückstand geglüht und mit Wasser ausgezogen, lieferte nur eine Spur manganhaltiger phosphorsaurer Kalkerde.

6) Die Flüssigkeit von 1), woraus das Eisenoxyd durch kautisches Ammoniak niedergeschlagen worden war, wurde durch oxalsaures Ammoniak gefällt. Der Niederschlag gab nach dem Glühen 0,230 Grm. kohlensauren Kalk, bei dessen Behandlung mit schwacher Essigsäure etwas Manganoxyd zurückblieb, das geglüht 0,003 Grm. Manganoxydul gab. Die gesammte Menge des Manganoxyduloxys ist daher 0,005 Grm., welche 0,0046 Grm. Manganoxydul = 0,0074 Grm. kohlensauren Manganoxyduls entsprechen. Für kohlensauren Kalk kommen 0,227 Grm. in Rech-

nung. Nimmt man an, dass die oben erhaltenen 0,008 Grm. Phosphorsäure in dem Wasser mit Kalkerde zu neutraler phosphorsaurer Kalkerde verbunden sind, welche in der freien Kohlensäure des Wassers aufgelöst ist, so sind sie mit 0,0064 Grm. Kalkerde aus oben erhaltenen 0,227 Grm. kohlensaurer Kalkerde zu vereinigen und bilden damit 0,0144 Grm. neutralen phosphorsauren Kalk. Es bleiben daher für kohlensauren Kalk 0,2156 Grm.

7) Das von dem oxalsauren Kalke zurückgebliebene Filtrat wurde mit basisch-phosphorsaurem Ammoniak versetzt und eingedampft. Der Rückstand löste sich beinahe vollständig auf und man bemerkte nur Spuren von phosphorsaurer Talkerde, welche die Salzlösung trübten, deren Gewicht indessen nicht bestimmt werden konnte.

Obige 0,324 Grm. unlösliche Erden, durch Kochen des Wassers erhalten, lieferten daher:

0,2156 Grm.	(6) kohlensauren Kalk,
0,0908	- (4) kohlensaures Eisenoxydul;
0,0074	- (6) kohlensaures Manganoxydul,
0,0144	- (6) neutrale phosphorsaure Kalkerde,
0,0080	- (2) Thonerde,
0,0100	- (1) Kieselsäure,
	Spur Talkerde.

---

Summa 0,3462.

Auf 1000 Theile Wasser berechnet, betragen diese Mengen:

0,359 kohlensauren Kalk,
0,151 kohlensaures Eisenoxydul,
0,012 kohlensaures Manganoxydul,
0,024 neutrale phosphorsaure Kalkerde,
0,013 Thonerde,
0,017 Kieselsäure,
Spur Talkerde.

---

Summa 0,576.

Die kleine Menge freier Kohlensäure wurde aus dem Wasser durch Kochen entwickelt, über Quecksilber aufgefangen und dem

**Volumen nach bestimmt. 100 Volumina Wasser gaben 4,12 Volumina Kohlensäure bei + 15° C.**

**C. Zusammenstellung.**

**1000 Gewichtstheile des salzhaltigen Wassers aus dem Bohrende der Zwickauer Steinkohlengewerkschaft im dortigen Steinkohlengebirge enthalten daher:**

**in wägbarer Menge vorhandene Bestandtheile:**

<b>Chlornatrium (Kochsalz)</b>	<b>14,884</b>	<b>Gewichtstheile.</b>
<b>Chlorcalcium</b>	<b>6,290</b>	<b>—</b>
<b>Chlormagnesium</b>	<b>3,123</b>	<b>—</b>
<b>Chlorkalium</b>	<b>0,180</b>	<b>—</b>
<b>Chlorstrontium</b>	<b>0,040</b>	<b>—</b>
<b>Chlorbaryum</b>	<b>0,031</b>	<b>—</b>
<b>kohlensaure Kalkerde</b>	<b>0,359</b>	<b>—</b>
<b>kohlensaures Eisenoxydul</b>	<b>0,151</b>	<b>—</b>
<b>kohlensaures Manganoxydul</b>	<b>0,012</b>	<b>—</b>
<b>neutrale phosphorsaure Kalkerde</b>	<b>0,024</b>	<b>—</b>
<b>Kieselsäure</b>	<b>0,017</b>	<b>—</b>
<b>Thonerde</b>	<b>0,013</b>	<b>—</b>
<b>kohlensaure Talkerde</b>	<b>Spur.</b>	

**in unwägbarer Menge vorhandene:**

**Brom- } Natrium oder  
Jod- } Magnesium,  
organische Materie.**

---

**Summa der fixen Bestandtheile 25,124 Gewichtstheile.**

**Freie Kohlensäure:**

**100 Volumtheile Wasser entwickeln beim Kochen 4,12 Volumtheile Kohlensäure.**

**In einem Pfunde = 16 Unzen = 7680 Gran sind folgende Mengen fixer Bestandtheile enthalten:**

Chlornatrium	114,309 Gran.
Chlorcalcium	48,307 -
Chlormagnesium	23,985 -
Chlorkalium	1,382 -
Chlorstrontium	0,307 -
Chlorbaryum	0,238 -
kohlensaure Kalkerde	2,757 -
kohlensaures Eisenoxydul	1,159 -
kohlensaures Manganoxydul	0,092 -
neutrale phosphorsaure Kalkerde	0,184 -
Kieselsäure	0,130 -
Thonerde	0,100 -
kohlensaure Talkerde	Spur

---

Summa 192,950 Gran.

Die Zusammensetzung des untersuchten Mineralwassers bietet in chemischer Beziehung folgende interessante Momente dar:

1) Enthält dasselbe ein Haloïdsalz, Chlorbaryum, in seiner Mischung, welches, so weit mir bekannt, bis jetzt noch nie als Bestandtheil von Salzsoolen, Mineral- und anderen natürlichen Wässern beobachtet worden ist.

2) Enthält es *Chlorstrontium*, das Haloïdsalz einer Basis, die nur in Verbindung mit Kohlensäure, aber nicht als Chlorverbindung bis jetzt in Wässern angetroffen wurde.

3) Ist in seiner Mischung neben Brom auch Jod, welche beide Elemente gemeinschaftlich mit einander in Salzsoolen nicht häufig angetroffen worden sind.

4) Bestehen die fixen Bestandtheile dieses Wassers, abgesehen von den in freier Kohlensäure aufgelösten kohlensauren Erden u. s. w., blos aus Chlorverbindungen, ohne die geringste Spur von Gips, Glaubersalz und andern schwefelsauren Salzen.

Die Analogie in den Hauptbestandtheilen dieses Wassers, Chlornatrium, Chlormagnesium und Chlorcalcium, mit denen der Salzsoolen macht es einerseits wahrscheinlich, dass dasselbe auf analoge Weise wie diese gebildet ist, nämlich durch Auslaugung von Steinsalzlageren oder damit durchdrungenen Gebirgsarten. Diese Ansicht wird auch durch den Gehalt des untersuchten Wassers an Kohlensäure, kohlensauren Erden, Eisenoxydul u. s. w.

unterstützt, welche gewöhnliche Bestandtheile der Salzquellen und des Steinsalzes sind.

Andrerseits steht indessen dieser Annahme die bisherige Erfahrung entgegen, dass wirkliche, durch Auslaugung von Steinsalzlagerstätten entstandene Salzquellen im Steinkohlengebirge nicht angetroffen werden, meistens mehr oder weniger viel schwefelsaure Salze enthalten, aber niemals Chlorverbindungen von Baryt und Strontian.

Ob das untersuchte Wasser daher primitiver Bildung sei oder analoger Entstehung wie die Salzquellen, ist bis jetzt noch unentschieden; indessen dürfte man durch weitere Niedersinkung des Bohrloches und der damit verbundenen Untersuchung der Gebirgsarten, so wie durch wiederholte quantitative Analysen des fraglichen Wassers zu bestimmteren Resultaten gelangen.

Freiberg, im Mai 1845.

---

### XXXIX.

## Ueber das Vorkommen des Asphalts und dessen Zusammensetzung auf der Insel Brazza und einigen andern Puncten Dalmatiens.

Vom

Prof. **C. Kersten** in Freiberg.

Auf der Spalatro gegenüber liegenden Insel Brazza befinden sich, ungefähr 20 Minuten vom Meere, in einem gelblich-weissen jüngeren Jurakalksteine, parallel mit den Schichten desselben, mehrere 10—12 Fuss mächtige Lager von einem mit Asphalt (Bergtheer, Bitumen) durchdrungenen Gesteine, welches gewöhnlich Asphaltstein genannt wird.

Diese Lager wurden im Jahre 1839 aufgefunden und werden seit mehreren Jahren von der adriatischen Steinkohlengewerkschaft abgebaut. Sie sind 2—300 Klafter lang und breit aufgeschlossen und die Gewinnung des Asphaltsteines findet steinbruchartig mittelst Bohrens und Schiessens statt. Aus diesem sogenannten Asphaltsteine wird theils, an Ort und Stelle reiner Asphalt durch Erhitzen desselben in Oefen (gewissermaassen

durch Aussaigern) gewonnen, theils wird derselbe nach Venedig verschifft und dort auf Pochwerken zu einem sandförmigen Pulver verpocht und durch Zusammenschmelzen desselben in eisernen Kesseln mit 10 Proc. und darüber reinem ausgeschmolzenem Asphalt zu *Asphaltmastix* oder *Asphaltcement* zur Anfertigung von Trottoirs, Strassenpflaster und zu Wasserbauten verarbeitet.

Niederlagen dieses Dalmatiner Asphaltmastixes befinden sich in den grösseren Seestädten Italiens, auch in Hamburg, Bremen, Berlin, Dresden u. s. w.

### 1) *Asphaltstein von Brazza.*

Der Asphaltstein oder das mit Asphalt oder Bergtheer durchdrungene Lagergestein ist von brauner Farbe, auf dem frischen Bruche wenig glänzend und zeigt sehr viel kleine Poren, welche theils mit zarten, bräunlichen rhomboëdrischen Krystallen, theils mit reinem Asphalt angefüllt sind, wodurch das Gestein öfters ein geflecktes Ansehen erhält. Es giebt einen starken Geruch nach Petroleum oder Naphta aus, ist von der Härte des Kalksteins, lässt sich pulvern, allein das gelblich-graue Pulver bückt leicht zusammen.

Bei geringer Erhitzung erweicht das gepulverte Gestein zu einer zusammenhängenden teigartigen Masse, ohne Wasser auszugeben; bei stärkerem Erhitzen entbinden sich Dämpfe von Petroleum. In offenen Gefässen geglüht, verbrennt der Asphalt aus dem Gesteine mit gelber, stark russender Flamme und mit Verbreitung eines bituminösen Geruches; es bleibt eine bedeutende Menge eines schneeweissen, erdigen leichten Pulvers zurück.

Absoluter Alkohol äussert auf das feingepulverte Fossil nur eine unbedeutende Einwirkung. Er hinterlässt nach dem Verdampfen eine Spur eines bräunlichen Harzes. Aether wirkt kräftiger darauf ein und nimmt eine bräunliche Farbe an. Diese Auflösung lässt nach der Verflüchtigung des Aethers ein braunes Harz zurück. Rectificirtes Terpentinöl zieht aus dem gepulverten Asphaltsteine alles Bitumen leicht und vollständig aus und bildet damit eine dunkelbraune Auflösung, welche verdampft eine schwarze, glänzende, im Bruche muschelige, ziemlich feste und spröde Masse zurücklässt. Durch die Behandlung mit Terpentin verliert der Asphaltstein seine braune Farbe gänzlich und erscheint dann schmutzig-weiss und sehr porös. In den zahlreichen

Poren bemerkt man mittelst der Loupe kleine weisse, rhomboëdrische Krystalle.

Chlorwasserstoffsäure löst das Mineral, welchem durch Terpentinöl sein Bitumengehalt entzogen worden ist, mit Aufbrausen auf, ohne einen Rückstand von Thon oder Quarzsand. Die blassgelbe Auflösung enthält Kalkerde, Talkerde und Eisenoxydul. In der sauren Auflösung des Minerals in Salpetersäure bewirkt salpetersaures Silber einen geringen Niederschlag von Chlorsilber.

Wird der gepulverte Asphaltstein mit Wasser ausgelaugt und das Wasser sodann verdampft, so bleibt ein wenig einer weissen Salzmasse zurück, welche wesentlich aus Chlornatrium mit Spuren von Chlorcalcium und Chlormagnesium besteht. Diese, dem Asphaltstein beigemengten Salze dürften ihm wohl von dem nahen Meere zugeführt worden sein. Der mit Wasser einige Male ausgelaugte Asphaltstein wurde nach dem Calciniren mit Wasser ausgelaugt, die Flüssigkeit mehrere Tage der Luft ausgesetzt, dann noch mit ein wenig oxalsaurem Ammoniak der Rest der aufgelösten Kalkerde gefällt, filtrirt und hierauf eingedampft; so erhält man einen geringen Rückstand, der, im Platintiegel geglüht, ein wenig einer Salzmasse liefert, welche die äussere Löthrohrflamme gelb färbt und deren Auflösung in Wasser durch salpetersaures Silber und Platinchlorid gefällt wird. Hieraus folgt, dass das Mineral Spuren von Chlornatrium und Chlorkalium im gebundenen Zustande enthält, wie manche Kalksteine jüngerer Formation.

Die Menge des Bitumens in diesem Gesteine wurde durch die Bleimenge zu bestimmen gesucht, welche dasselbe bei dem Zusammenschmelzen mit Bleioxyd reducirt, da man die Bleimenge, die reines Bitumen reducirt, aus der Zusammensetzung des letzteren leicht berechnen kann. Dieses Verfahren, das französische Chemiker zur Bitumenbestimmung bituminöser Gesteine aus der Auvergne (*Ann. des Mines*, Tom. XVIII. 1840. p. 715) angewandt haben, fand ich bei diesem asphalhaltigen Gesteine ganz unzuverlässig, indem stets eine zu geringe Menge von Blei erhalten wurde, weil sich mehr oder weniger Asphaltén vor dem Glühen des Bleioxyds zersetzte. Die Asphaltbestimmung geschah daher einfach folgendermaassen:

Eine gewogene Menge des gepulverten asphalthaltigen steines wurde in einer Platinschale so lange an der Luft geg, bis aller Asphalt und die sich abscheidende Kohle verbrannt. Der erdige weisse Rückstand wurde hierauf mit kohlensa Ammoniak versetzt, schwach geglüht und dann gewogen. Gewichts-differenz gab den Gehalt an Asphalt.

Zur Controle wurde eine abgewogene Menge des Gest in verdünnter Chlorwasserstoffsäure aufgelöst, der sich hier schwarzen Flocken abscheidende, auf der Auflösung schwimmt. Asphalt nochmals mit stärkerer Säure digerirt und hier lange in gelinder Wärme getrocknet, bis alles ihm adhären Wasser entfernt war. Die Auflösung wurde mit ein wenig persäure erwärmt, das Eisenoxyd durch kaustisches Ammoniak und die Kalkerde durch oxalsaures Ammoniak gefällt, dann Glühen in kohlensaure Kalkerde verwandelt. Die zurückgebliebene Flüssigkeit wurde eingedampft und der Salzzückstand sichtig in einer geräumigen Platinschale stark geglüht. Die erhaltene Talkerde wurde mit Wasser ausgekocht, die wässrige Auflösung verdampft und das erhaltene Gemenge von Chlortrium und Chlorkalium nach dem Schmelzen gewogen.

100 Theile des asphalthaltigen Gesteines lieferten:

7,12 Asphalt (Asphaltén und Petrolén),  
 58,10 kohlensauren Kalk,  
 32,58 kohlensaure Talkerde,  
 1,10 kohlensaures Eisenoxydul,  
 0,97 Chlornatrium und Chlorkalium

---

99,87 Summa.

Die mit Asphalt durchdrungene Lagermasse im jüngeren Kalkstein auf der Insel Brazza ist demnach nicht Kalkstein, man sie gehalten hat, sondern Dolomit, aus 3 Atomen kohlensaurem Kalk gegen 2 Atome kohlensaure Talkerde ( $3 \text{ Ca } \ddot{\text{C}} + 2 \text{ Talkerde}$ ) bestehend. Aehnlich manchen jüngeren Kalksteinen enthalten kleine Mengen alkalischer Chlormetalle.

Dieses Vorkommen von Asphalt im Dolomit dürfte neu sein, denn an den übrigen bekannten Puncten, wo Asphalt als durchdringungsmasse anderer Gesteine in solcher Menge vorkommt, dass diese Gegenstand der technischen Gewinnung des Asphalts werden, findet er sich, nach Karmarsch u. A., entweder ge-

kohlensaurem Kalk, wie zu Seyssel im Dep. de l'Ain, zu Val Travers in Neuchâtel, zu Pay de la Bourerie in der Auvergne, Jobmann, oder mit Quarzsand, wie zu Bastennes.

## 2) Reiner Asphalt.

Der auf Brazza aus dem asphalthaltigen Dolomit auf die angeführte Weise ausgesaigerte Asphalt ist anfänglich flüssig wie Wasser, wird nach dem Erkalten starr und ähnelt dann sehr im Aeussern dem bekannten Erdpech von Vergoroz in Dalmatien und Bastennes. Er weicht indessen in seinem chemischen Verhalten etwas von den Angaben Boussingault's über den Asphalt ab.

Er ist pechschwarz, glänzend auf dem Bruche, in der Kälte steif, bei 35° bildsam, bei 90° schmelzbar und leicht und vollständig in Terpentinöl löslich. Er entzündet sich leicht, brennt mit starker russender, gelber Flamme, ohne den geringsten erdigen Rückstand zu hinterlassen. Bei der Destillation mit Wasser geht er 5,0 Proc. eines blassgelben flüchtigen Oeles ab, welches den Geruch und die Eigenschaften des Steinöles besitzt und 95,0 Proc. eines schwarzen glänzenden, dem Pech ähnlichen spröden Rückstand hinterlässt. Der von dem flüchtigen Oele getrennte Asphalt wird mit absolutem Alkohol nur äusserst wenig angegriffen. Dieser hinterlässt nach dem Verdampfen 1 Proc. eines bräunlichen Harzes.

Wird der von der Behandlung des Asphalts mit absolutem Alkohol zurückgebliebene Rückstand mit Aether wiederholt digerirt, so färbt sich dieser braun und lässt nach dem Verdunsten 1 Proc. von dem ursprünglichen Gewichte des Asphalts eines unlöslichen braunen Harzes zurück. (Aus dem in Alkohol unlöslichen Antheile von Asphalt zieht Aether nach Boussingault eine viel grössere Menge braunen Harzes, nämlich 70 Proc.) — Der in Aether unlösliche Antheil ist schwarz, glänzend und leicht in Terpentinöl löslich. — Der auf Brazza dargestellte Asphalt wurde daher zusammengesetzt gefunden aus:

5,0 flüchtigem Oele (Petrolén),

20,0 eines braunen, in Aether löslichen Harzes,

74,0 in Alkohol und Aether unlöslichem Bitumen (Asphaltén),

1,0 gelbem, in Alkohol löslichem Harz.

---

100,0.

### 3) Asphaltstein von Morovwizza bei Sebenico.

Das Asphaltvorkommen in Morovwizza ist von dem auf der Insel Brazza verschieden. Während dort der Asphalt oder Erdpech innig gemengt mit Dolomit vorkommt, findet er sich hier in mehr oder weniger grossen Anhäufungen auf den Kluftflächen eines dichten, zum Theil zelligen gelblichen Jurakalksteins, wofür öfters ist letzterer auch schnurenweise damit durchzogen. Der Kalkstein selbst ist aber nie von Asphalt durchdrungen. Wegen dieser ungleichförmigen Vertheilung des Asphalts in dem Kalkstein ist es schwierig, den Durchschnittsgehalt desselben an Asphalt zu ermitteln. Annähernd mag derselbe 10 — 15 Proc. dem Gewichte nach betragen. Dieser Asphalt hat ganz die nämlichen äusseren Eigenschaften und zeigt dasselbe chemische Verhalten wie der aus dem Dolomit von Brazza ausgezogene Asphalt und scheint durch Sublimation aus dem Kalksteine abgeschieden worden zu sein. Er wird durch Destillation mit Wasser ebenfalls in 5 Proc. Petroleum und 95 Proc. eines Gemenges von Harz und Bitumen zerlegt, theilweise in Alkohol und Aether auflöslich ist. Auch in Terpentinöl löst sich der natürliche Asphalt von Morovwizza vollständig, ohne einen Rückstand zu hinterlassen, zu einer dickbraunen Flüssigkeit auf.

Der Jurakalkstein, in und mit dem dieser Asphalt vorkommt, besitzt nachstehende chemische Zusammensetzung:

95,14	kohlensaure Kalkerde,
4,10	kohlensaure Talkerde,
0,76	kohlensaures Eisenoxydul.

---

100,00.

Chlorüre von Natrium und Kalium konnten in diesem Kalksteine weder durch Auslaugen mit Wasser, noch in seiner Auflösung in Säuren nachgewiesen werden.

Wegen des ungleichförmigen Vorkommens dieses Asphaltsteins und der bedeutenden Transportkosten des asphalthaltigen Kalksteins bis zum Meere findet gegenwärtig in Morovwizza keine Asphaltgewinnung statt.

### 4) Asphaltstein von Porto Mandolo bei Trau.

Im Jahre 1843 wurden zu Porto Mandolo im jüngeren Jurakalksteine, nahe am Meere, Lager von Asphaltstein unter ande-

lichen Verhältnissen wie auf der Insel Brazza aufgefunden, welche gegenwärtig abgebaut werden. Der Asphaltstein ist, wie der von Brazza, ein mit Asphalt imprägnirter Dolomit, indessen weicher als jener. Er wird nicht zur Darstellung des reinen Bitumens, sondern nur zur Anfertigung des Asphaltmastixes benutzt.

## XL.

**Ueber die Zusammensetzung verschiedener Arten von südamerikanischem Guano, nebst der Beschreibung einer neuen Methode, Ammoniak zu bestimmen, so wie Kalk und Magnesia, wenn sie an Phosphorsäure gebunden sind, zu trennen.**

Von

**J. Denham Smith.**

(*Philosoph. Magaz. Journ. of Sc. III. Series. No. 171. Febr. 1845.*)

Die untersuchten Proben des Guano waren direct von der Schiffsladung erhalten und mithin in unverfälschtem Zustande. Dieser südamerikanische Guano, so wie er eingeführt ist, stellt sich in drei verschiedenen Zuständen dar, welche häufig in einem und demselben Sacke vermischt sind. Grösstentheils besteht er aus einer feuchten pulvrigen Substanz, welche verschiedenen braunen Farben besitzt, mit Klumpen von hellerer Farbe als das Pulver untermischt. Einige derselben sind weich, leicht mit den Fingern zu zerreiben, sie zeigen auf dem Bruche häufig seidenglänzende Krystalle; andere sind viel härter, schmutzig weiss und durch und durch von gleichartigem Gefüge.

Die zweite Varietät kommt in grossen Concretionen vor, die auf dem Bruche sehr verschiedenes Ansehen haben. Häufig scheinen sie nur die erste Art in zusammenhängendem statt pulverförmigem Zustande zu sein, und anderer Zeit erscheint sie als ein regelmässig geschichteter Absatz von verschiedenen Schattungen.

Die dritte Art Guano kommt in unregelmässig geformten Stücken vor, die im Vergleich zu den vorigen beiden viel gewichtiger sind und von den Arbeitern „Stones“ genannt werden. Auf

dem Bruche zeigt diese Art eine krystallinische Structur, wie ein geschmolzenes krystallinisches Salz; es scheint, dass sie einen grossen Theil des eingeführten Guano's ausmacht, denn ich sah sie in der Niederlage, wo ich meine Proben bekam, dass mindestens ein hundert Tonnen von diesem Guano für die Consumption abgedeckt seien. Um in der Folge diese drei Arten unterscheiden zu können, will ich diesen „salzigen Guano“, die zweite Art dagegen „concreten Guano“ nennen.

Nach einer vorläufigen qualitativen Prüfung dieses Düngungsmittels kam ich auf ein anderes vortheilhafteres und genaueres Verfahren der Bestimmung des Ammoniaks als bei Anwendung der Salzsäure zur Condensation desselben und nachheriger Fällung mit Platinlösung, welches zugleich weniger kostspielig und einfacher ist. Dieses Verfahren besteht darin, das Ammoniak aus der Menge des erhaltenen kohlensauren Baryts zu berechnen. Ich ziehe ein Barytsalz allen übrigen Substanzen, die neutrale kohlensaure Salze bilden, vor; man berechnet aus dem hohen Atomgewichte des Baryts, was die Genauigkeit den entsprechenden Ammoniakgehalt auszudrücken bedingt; zugleich hat der Baryt die Eigenschaft, Kohlensäure erkenntlich zu machen, ganz besonders hohem Grade und ist in dieser Hinsicht den Kalksalzen und dem Kalkwasser vorzuziehen.

Der Umstand, welcher hierbei am leichtesten Fehler zu bedingen schien, war der, dass das kohlensaure Ammoniak nicht wohl als ein wirklich neutrales Salz zu erhalten sein möchte und ein basisches kohlensaures Salz die Resultate fehlerhaft machen könnte, seitdem deren Existenz nach Rose's Arbeit hinlänglich bekannt ist. Versuche zeigten, dass die neutralen kohlensauren Salze des Natrons und des Kali's, mit der Lösung eines Ammoniaksalzes destillirt, ein basisch-kohlensaures Ammonium übergehen lassen, welches, nachdem es mit einem Barytsalze lange versetzt war, bis kein Niederschlag mehr erfolgte, alkalisch reagirte und beim Einleiten von kohlensaurem Gase in die filtrirte Flüssigkeit von Neuem getrübt wurde. Die zweifach-kohlensauren Verbindungen mit Kali und Natron genügten zwar bei geringen Mengen von Ammoniak; war aber eine grosse Menge des flüchtigen Alkali's in einer Flüssigkeit, die der Destillation unterworfen wurde, so enthielt die übergegangene Flüssigkeit ein basisches Salz wie bei Anwendung der einfach-kohlensauren Verbindungen.

dungen. Es blieb nur noch übrig, zu prüfen, ob die sauren kohlensauren Verbindungen des Ammoniaks genaue Resultate liefern würden. Um diesen Punct zu erledigen, wurden 59 Grm. aus der Mitte eines Kuchens herausgenommen und in kaltem Wasser aufgelöst. Der durch salpetersauren Baryt erhaltene Niederschlag wurde, so wie er erhalten, in der Flüssigkeit in einer offenen Schale der Luft ausgesetzt; derselbe wurde nach 24 Stunden gesammelt, getrocknet und gewogen. Er betrug 98,07 Grm. und giebt mithin einen Ueberschuss von 0,012 bei der Berechnung des Ammoniaks, offenbar Fehler des Experiments und unwesentlich. Die Flüssigkeit entwickelte beim Erwärmen eine geringe Menge kohlensaures Gas, setzte aber keinen kohlensauren Baryt mehr ab. Nachdem ich mich so überzeugt hatte, dass sowohl die basischen als die sauren kohlensauren Verbindungen des Ammoniaks Barytsalze ihrer Basis äquivalent fällen, unterwarf ich 54 Grm. Salmiak mit einem Ueberschuss des gewöhnlichen kohlensauren Natrons der Destillation, bis die Hälfte der angewandten Flüssigkeit in die Vorlage, welche destillirtes Wasser enthielt, übergegangen war. Lange zuvor wurde ein durch die Tubulatur der Retorte eingeführtes Curcumapapier nicht mehr geröthet; der Inhalt der Vorlage, ein basisches Ammoniaksalz, wurde mit salpetersaurem Baryt gefällt, hierauf so lange ein Strom von kohlensaurem Gase eingeleitet, bis Lakmuspapier Reaction zeigte und der Niederschlag sandig wurde. Nach eintägigem Aussetzen an die Luft gab der getrocknete Niederschlag 97,63 Grm. an kohlensaurem Baryt. Wie im vorhergehenden Falle gab die filtrirte Flüssigkeit beim gelinden Erhitzen nur etwas Kohlensäure und keinen Niederschlag mehr. Ich habe nun die Bestimmung des Ammoniaks bei den folgenden Analysen auf diese Weise ausgeübt, indem ich sie als genauer und weniger kostspielig als die Methode der Bestimmung mit Platinchlorid vorziehe.

Der Vorgang, phosphorsauren Kalk und phosphorsaure Talkerde zu trennen, beruht darauf, dass die oxalsaure Talkerde in sehr verdünnter Essigsäure leicht löslich ist, während oxalsaurer Kalk darin unlöslich ist. Ist demnach eine Lösung der beiden phosphorsauren Salze in Salzsäure mit Ammoniak in geringem Ueberschusse versetzt, bis der gelatinöse Niederschlag von den beiden phosphorsauren Erden entstanden ist, und hierauf Essigsäure so lange zugesetzt, dass der Niederschlag wiederum ver-

schwunden und die Flüssigkeit für den Geschmack nur sehr wenig sauer ist, dagegen Lakmuspapier röthet, so fällt oxalsaures Ammoniak den Kalk vollständig, während aus der abfiltrirten Flüssigkeit nach gehörigem Eindampfen, nach Zusatz von phosphorsaurem Natron, phosphorsaure Ammoniak-Talkerde sich fällen lässt, welche keinen Kalk enthält. Ich will diese Methode nicht als absolut scharf angeben, zumal wenn Essigsäure in grösserem Ueberschusse vorhanden, aber der in Lösung gebliebene Kalk beträgt so wenig, dass er vernachlässigt werden kann. Ist er zugleich oxalsaurer Kalk und die beiden phosphorsauren Salze in einer Lösung enthalten, so muss die Methode etwas abgeändert werden, wie ich diess bei den Analysen des Guano anführen werde.

Ich will vorher den Gang der Analysen beschreiben, in welche jede derselben in 3 Abtheilungen zerfällt.

Zuerst wurden die Guanoproben mit kaltem Wasser, dann mit heissem Wasser behandelt, die dritte Abtheilung bezieht sich auf den nach beiden Operationen ungelösten Rückstand. Ich finde diese Eintheilung sehr vortheilhaft, weil sich so die Bestandtheile der einzelnen Lösungen weniger complicirt darstellen und eine bessere Idee der Art und Weise geben, wie sich die Bestandtheile des Guano zu den Wurzeln der Pflanzen verhalten, welchen der Guano als Dünger geboten wird. Bei der Anwendung der Säuren und Basen zu Verbindungen, wie ich es in den Resultaten der Analysen gethan habe, habe ich so verfahren, dass ich in einigen Fällen die sich entsprechenden Quantitäten derselben gelassen liess, und andererseits so, dass ich mir durch Krystallisation aus heissen und kalten Lösungen oxalsaures Ammoniak, oxalsames Natron, Salmiak, Chlorkalium und Chlornatrium, schwefelsaures Kali und Natron, harnsaures Ammoniak und freie Harnsäure aus den verschiedenen Guanoproben verschaffte, und endlich fand ich mittelst des Mikroskops Krystalle von salzsäuren und schwefelsauren Verbindungen des Natrons und Kali's in dem Guano.

Was den phosphorsauren Kalk anbetrifft, zugelassen, da derselbe im Guano Probe No. 6 existirt, und eben so in No. 1, so möchte ich annehmen, dass er als neutrales Salz darin vorhanden sei, und wenn ich annehme, dass er als Knochenerde vorkomme, so differirt die Summe der Resultate zu sehr von der angewandten Menge, während unter Voraussetzung des neutralen

Salzes der Verlust sehr gering ist und als gewöhnlicher Fehler der Analyse betrachtet werden kann. Die Löslichkeit des phosphorsauren Kalkes und der phosphorsauren Ammoniak-Talkerde in dem heissen Auszuge muss auf die jetzt hinlänglich bestätigte Löslichkeit dieser Salze in Wasser, welches organische Materie enthält, zurückgeführt werden; auch reagirten diese Lösungen immer etwas sauer auf Lakmuspapier.

Ich wurde ferner darauf geführt, eine flüchtige organische Säure im Guano zu vermuthen, konnte sie indessen nicht daraus darstellen und mich nicht davon überzeugen.

Die zur Analyse angewandten Mengen waren bei jeder Analyse 300—500 Grm. und die Resultate wurden auf 1000 Theile berechnet, um die Procentgehalte schätzen und leichter vergleichen zu können.

Der Wassergehalt wurde durch den Gewichtsverlust beim Trocknen bestimmt, wobei der ganze Verlust als Wasser und Ammoniak angenommen und letzteres in Rechnung gebracht wurde. Eine gegebene Menge vom Guano wurde zuerst mit kaltem destillirtem Wasser behandelt, die Lösung vom Absatze abfiltrirt, dieser auf einem Filter so lange gewaschen, bis Kalksalze und Barytsalze keinen Niederschlag mehr bewirkten. Der unlösliche Rückstand wurde bei 212° getrocknet. Die abfiltrirte Flüssigkeit wurde auf ein genaues und bestimmtes Maass verdünnt; sie war frisch bereitet neutral oder wenig sauer, nie alkalisch, wurde es indessen, wenn sie einige Zeit in verschlossenen Flaschen aufbewahrt war.

Diese Lösung wurde nun in Theilen zur Prüfung angewandt und gab gegen die geeigneten Reagentien die folgenden Körper zu erkennen: Chlor, Schwefelsäure, Oxalsäure, Phosphorsäure, Ammoniak, welches durch Destillation, wie oben beschrieben, als kohlensaures erhalten wurde.

Waren Kali und Natron zugleich vorhanden, so wurden diese mit Hilfe der bekannten Gleichungen indirect bestimmt, nachdem dieselben in schwefelsaure Salze verwandelt und die Schwefelsäure mit Baryt gefällt wurde. War dagegen nur eins der beiden Alkalien vorhanden, so wurde dasselbe als schwefelsaures Salz bestimmt. Es wurde ferner ein Theil der Lösung zur Trockne

abgedampft und gewogen, um die Menge der festen Bestandtheile bestimmen zu können. Dieser Rückstand wurde dann getrocknet und wiederum gewogen. Der Verlust, nach Abzug des Gewichts an Ammoniaksalzen, wurde für organische Materie genommen. Der geglühte Rückstand wurde mit Silber gefällt und aus dem Niederschlage das phosphorsaure Silber mit Salpetersäure ausgezogen; dessen Gewicht, von dem des ganzen Silberniederschlags abgezogen, gab die Menge an Chlor und Phosphorsäure, die in der Flüssigkeit enthalten waren.

Der in kaltem Wasser unlösliche Rückstand wurde dann in heissem Wasser behandelt und zu dem Ende mit grossen Mengen Wasser wiederholt gekocht, darauf vom Rückstand durch gutes Auswaschen desselben getrennt und dieser bei  $212^{\circ}$  getrocknet und gewogen. Die Flüssigkeiten wurden bis zur Trockne gedampft und der Rückstand ebenfalls gewogen, hierauf mit kaltem Wasser gewaschen, der Rückstand getrennt, die Flüssigkeiten wiederum zur Trockne verdampft und die getrocknete Masse gewogen, dann geglüht und durch den Verlust die verbrannte organische Materie bestimmt, inclus. von Spuren von Ammoniak und Wasser. Der geschmolzene Rückstand wurde mit Wasser behandelt, die abfiltrirte Flüssigkeit mit Silber gefällt und das Gewicht des erhaltenen phosphorsauren Silbers bestimmt. Die Quantität war zu gering, als dass man hätte ermitteln können, ob sie an Kali oder Natron gebunden war. Der letzte unlösliche Rückstand wurde nun in Salzsäure gelöst und wie oben zur Bestimmung des phosphorsauren Kalkes und der phosphorsauren Talkerde behandelt.

Der bei obigem Waschen mit kaltem Wasser erhaltene Rückstand wurde mit kleinen Mengen Wasser ausgekocht, wobei beim Erkalten freie Harnsäure absetzten; diese wurde verdünnt, der Rückstand hierauf mit verdünntem Kali gekocht, die freie Harnsäure mit Schwefelsäure gefällt und der vorigen hinzugefügt, gewogen und der Verlust für organische Materie genommen. Die Lösungen, welche harnsaurer Ammoniak enthielten, wurden zur Trockne gebracht, verbrannt und die Asche, wo nöthig, besondert untersucht.

Die dritte Abtheilung der Analyse wurde mit der Untersuchung auf etwa ungelöste Harnsäure oder harnsaure Salz

telst Kali begonnen, wobei zugleich auf Ammoniak, wenn sie nicht vorhanden waren, Rücksicht genommen wurde. Es wurde nun eine gewogene Quantität mit verdünnter Salzsäure gekocht, wobei niemals Kohlensäure entwickelt wurde, und filtrirt. Die Lösung wurde nun mit Ammoniak im Ueberschuss gefällt, hierauf die gefällte Flüssigkeit mit Essigsäure bis zu schwach saurer Reaction versetzt, der ungelöste oxalsaure Kalk auf phosphorsauren Kalkgehalt stets geprüft, während der ungelöste Niederschlag getrocknet und gewogen wurde und durch seinen Verlust die Menge des phosphorsauren Kalkes bestimmte.

Zu der essigsauren Flüssigkeit wurde nun oxalsaures Ammoniak im Ueberschuss hinzugesetzt, welches den Kalk, welcher in der ursprünglichen Lösung als Knochenerde existirte, mitunter von neutralem phosphorsaurem begleitet, fällt. Aus dem hieraus erhaltenen kohlensauren Kalke wurde der phosphorsaure berechnet. Aus der gehörig eingedampften Flüssigkeit wurde die Talkerde nach Zusatz von Ammoniak und phosphorsaurem Natron gefällt. Der in Salzsäure unlösliche Theil gab bei Behandlung mit Kali humusartige Kaliverbindungen; sie wurden gefällt und ihre Menge bestimmt; der in Kali unlösliche Rückstand wurde gewogen, dann geglüht, hiernach brauste er mit Säuren auf, was von der vorhandenen Oxalsäure vor dem Glühen herrührte und für diese in Rechnung gebracht wurde.

In solchen Fällen, wo die Verhältnisse der Säuren und Basen, so wie sie die Analysen gaben, nicht genau stimmten, wurde die Berechnung, welche sich auf die Quantität der Säure stützt, vorgezogen; der erhaltene Verlust oder Ueberschuss wurde stets als Natron genommen, welches zur Erklärung der Tabellen noch dienen mag.

*Zusammensetzung einer Probe von südamerikanischem Guano, welche ich seit 1842 besitze.*

Sie hatte die Farbe von Lundifoot-Schnupftabak, mit schmutzig weissen Klumpen untermischt, von sehr verschiedener Grösse. Die zur Analyse angewandte Menge betrug 500 Grm.

## No. 1.

*In kaltem Wasser gelöste Stoffe.*

Berechnete Zusammensetzung.		Bestandtheile.	
Feuchtigkeit und gebundenes Wasser	222,00	Feuchtigkeit und gebundenes Wasser	222,00
Salmiak	25,5	Salzsäure	17,50
schwefelsaures Kali mit Spuren von schwefelsaurem Natron	80,0	Schwefelsäure	36,40
oxalsaures Ammoniak	74,0	Oxalsäure	50,30
phosphorsaures Ammoniak	63,3	Phosphorsäure	43,00
organische Materie	15,0.	Ammoniak	52,05
		organische Materie	15,00.

*In heissem Wasser gelöste Stoffe.*

Harnsaures Ammoniak	154,18	Harnsäure	165,25
Harnsäure	25,61	thierische Materie und Wasser	13,31
thierische Materie mit Spuren von Ammoniak und Wasser	11,80	Ammoniak	14,77
phosphorsaure Talkerde und Ammoniak	5,64	Phosphorsäure	4,19
phosphorsaurer Kalk	1,86	Talkerde	0,77
phosphorsaures Natron?	1,20.	Kalk	1,00
		Natron	0,57.

*In Wasser unlösliche Stoffe.*

Oxalsaurer Kalk	25,60	Oxalsäure	14,40
phosphorsaurer Kalk	197,50	Phosphorsäure	102,03
phosphorsaure Talkerde	20,30	Kalk	118,72
Sand u. s. w.	15,60	Talkerde	7,25
Humus	26,36	Sand u. s. w.	15,60
andere organische Materie mit gebundenem Wasser	34,56	Humus	26,36
Verlust	0,44	Wasser mit organischer Materie	34,56
		Verlust	1,28
	<u>1000,00.</u>		<u>1000,00.</u>

Die folgende Probe des Guano hatte mit dieser sehr viel *Aehnlichkeit* in ihren äusseren Eigenschaften; auf dem Bruche

nige der kleineren schmutzig weissen Stücke nicht kry-  
stallin; diese bestanden vorzugsweise aus phosphorsaurem  
Kalk, andere zeigten braune seidenartige Krystalle im Innern,  
unter dem Mikroskope als schwefelsaures Natron und  
als Ammoniak erkannt wurden. Diese, so wie alle fol-  
genden Guanoproben erhielt ich im letzten Januar; diese Art  
ist die Einfuhrer für eine sehr gute Qualität. Die ange-  
gebene Menge für die Analyse betrug 500 Grm.

No. 2.

*In kaltem Wasser lösliche Stoffe.*

Ganze Zusammensetzung.		Bestandtheile.	
	215,10	Wasser	215,10
Organische Materie mit		organische Materie mit	
gebundenem Wasser	61,74	gebundenem Wasser	61,74
Schwefelsaures Natron	37,90	Schwefelsäure	21,06
Phosphorsaures Natron	35,82	Phosphorsäure	55,02
Oxalsaures Kalk	12,56	Oxalsäure	68,18
Salzsaures Ammoniak		Salzsäure	24,14
mit Biphosphat	30,06.	Kalk	6,56
		Ammoniak	51,68
		Kali	11,44
		Natron	33,70.

*In heissem Wasser gelöste Stoffe.*

Phosphorsaures Ammoniak	25,12	Phosphorsäure	4,30
Talkerde		Talkerde	0,30
Talkerde	4,04	Ammoniak	2,66
Schwefelsaures Natron?	1,28	Natron?	0,60
Oxalsaures Kalk	2,88	Harnsäure	23,08
Organische Materie	6,38.	Kalk	1,26
		thierische Materie und	
		Wasser	7,40.

*In Wasser unlösliche Stoffe.*

Oxalsaures Kalk	107,26	Oxalsäure	60,72
Phosphorsaures Kalk	192,00	Phosphorsäure	103,96

phosphorsaure Talk-		Kalk	145,71
erde mit Spuren von		Talkerde	7,00
phosphorsaurer Am-		Humus	20,60
moniak-Talkerde	19,84	organische Materie	11,40
Humus	20,60	Wasser	42,42
organische Materie	11,40	Sand u. s. w.	16,48
Wasser	42,42	Verlust	3,50
Sand u. s. w.	16,48		1000,00
Verlust	1,50		
	1000,00.		

Zwei andere Proben, die aber viel dunkler waren, aber ähnlichen Charakter hatten, wurden qualitativ untersucht; die No. 3, hatte mit No. 2 ähnliche Bestandtheile, Kali und Natrium, etwas harnsaurer Ammoniak und sehr wenig Sand und Schwebstoffe; die andere, No. 4, enthielt beinahe gar kein Ammoniak und Harnsäure; diese Probe enthielt 17 Procente Sand, welcher Secum mit kleinen Granitstücken war, und einen sehr dunkelschwarzen Sand, ähnlich dem Iserin und Menachanit.

Das erste Stück des concreten Guano No. 5 hatte die Größe eines Menschenkopfes, war weich genug, um leicht mit dem Messer geschnitten werden zu können, und durch und durch gleichartig, und stellte sich dar als eine dunkelbraune Masse, welche eine unzählige Menge schmutzig weisser Körner einschliesst. Der Geruch war sehr unbedeutend, und weder diese, noch eine der anderen Proben hatte ammoniakalischen, sondern den eigenthümlichen Geruch des südamerikanischen Guano. Zerschnitt und durcheinander gemengt, gab sie ein feuchtes Pulver, beinahe eben so dunkel gefärbt als die Proben No. 3 und 4, sehr verschieden in dieser Hinsicht von den Proben 1 und 2. Zur Analyse wurden 500 Grm. angewandt.

### Concreter Guano No. 5.

#### In kaltem Wasser lösliche Stoffe.

Berechnete Zusammensetzung.		Bestandtheile.	
Wasser	204,20	Wasser	204,20
oxalsaures Ammoniak	93,90	Oxalsäure	63,78
phosphorsaures Ammoniak	61,24	Phosphorsäure	79,50
		Schwefelsäure	144,14

saures Kali	77,32	Ammoniak	50,00
saures Natron	259,44	Kali	38,42
ium	29,22	Natrium	11,09
e Materie	6,68.	Natron	115,30
		Chlor	18,13
		organische Stoffe	6,68

*In heissem Wasser lösliche Stoffe.*

saure Talk-		Talkerde	1,08
Ammoniak-		Ammoniak	0,81
und Spuren		Phosphorsäure	3,89.
atronsalz	7,84	Wasser und thierische	
e Materie	8,60.	Materie	10,66.

*In Wasser unlösliche Stoffe.*

er Kalk	107,58	Kalk	81,78
saurer Kalk	62,70	Oxalsäure	61,64.
saure Talk-		Talkerde	3,12.
	8,74	Phosphorsäure	34,48
	8,62	Sand u. s. w.	7,20
w.	7,20	Wasser	49,74
	49,74	Humus	8,62.
	4,98	Verlust	5,74
	<hr/> 1000,00.		<hr/> 1000,00.

zweite Probe des concreten Guano, No. 6, war viel härte als die erstere und schien in Schichten abgelagert zu sein; war heller als bei den vorigen und das Pulver trockner. In 300 Grm. analysirt.

*In Wasser lösliche Stoffe.*

Bestandtheile.		Bestandtheile.	
Wasser	106,66	Wasser	106,66.
Chlor	4,43	Chlor	8,66
Phosphorsäure	9,50	Phosphorsäure	6,40
Schwefelsäure	14,94	Schwefelsäure	6,80
organische Materie	12,23	organische Materie	2,40
Ammoniak	2,40	Ammoniak	1,40
Kali und Natron		Kali und Natron	19,07.

*In heissem Wasser lösliche Stoffe.*

Organische Materie	10,00	Organische Materie
phosphorsaurer Kalk	.	Phosphorsäure
mit einer Spur Talk-		Kalk
erdesalz	11,37	
phosphorsaures Natron	Spur.	

*In Wasser unlösliche Stoffe.*

Sand u. s. w.	20,43	Humus und organische
Humus und organische		Materie
Materie	29,73	Sand u. s. w.
phosphorsaurer Kalk	664,47	Phosphorsäure
phosphorsaure Talk-		Kalk
erde	30,56	Talkerde
Wasser	80,60	Wasser
Verlust	2,68	Verlust
	<hr/> 1000,00.	<hr/> 1

Die charakteristischen Eigenschaften des Salzguano schon oben angegeben; er ist zerfliesslich und die Analyse desselben giebt Krystalle von oxalsaurem und schwefelsaurem Natron und von Chlornatrium. Es wurden wiederum 30 Grm. zur Analyse angewandt.

*Salzguano No. 7.*

*In kaltem Wasser lösliche Stoffe.*

Berechnete Zusammensetzung.		Bestandtheile.
Wasser	77,00	Wasser
schwefelsaures Natron	191,77	Schwefelsäure
oxalsaures Natron	105,63	Oxalsäure
phosphorsaures Kali	49,47	Phosphorsäure
phosphorsaures Natron	3,60	Salzsäure
Chlorkalium	41,63	Chlor
Chlornatrium	286,31	Natron
Salmiak	30,30	Natrium
organische Materie mit		Kali
gebundenem Wasser	25,53.	Kalium
		Ammoniak
		organische Materie und
		gebundenes Wasser

*In heissem Wasser lösliche Stoffe.*

Phosphorsaurer Kalk	1,10	Kalk	0,60
phosphorsaure Salze		Talkerde	0,18
von Talkerde und		Phosphorsäure	0,66
Ammoniak	1,33	organische Materie und	
thierische Materie und		Wasser	7,90
Wasser	7,56.	Ammoniak	0,15.

*In Wasser unlösliche Stoffe.*

Sand u. s. w.	7,56	Sand u. s. w.	4,20
Eisenoxyd und Thon-		Eisenoxyd und Thon-	
erde	4,20	erde	1,50
phosphorsaure Talk-		Kalk	71,63
erde	25,80	Talkerde	9,21
phosphorsaurer Kalk	131,13	Phosphorsäure	76,09
Humus, organische Ma-		organische Materie, Hu-	
terie und Wasser	18,36	mus u. s. w.	18,36
	<hr/> 1002,22.		<hr/> 1002,43.

Man erkennt sogleich aus der Vergleichung der Analysen die Veränderlichkeit dieser Substanz; nicht allein die verschiedenen Proben, sondern auch die Proben von einer und derselben Art differiren unter einander. Daher darf man sich wohl nicht wundern, dass die Beobachtungen der Agronomen und der Experimentatoren so sehr von einander abweichen, wenn schon man ihn unter sonst gleichen Umständen anwandte. Ohne auf die verschiedene Art, wie er in den Boden gebracht wird, weiter einzugehen, stellt es sich von selbst heraus, dass der Erfolg eines solchen Düngers eben so veränderlich ist als seine Bestandtheile, und während die Sorten No. 1 und 2 aller Wahrscheinlichkeit nach sehr vortheilhafte Resultate versprechen, sind die übrigen und wenn sie diesen ersten beigemischt sind, gewiss von Nachtheil für den Landmann.

Im Uebrigen differiren diese Analysen nicht sehr von denen, welche Völckel anstellte. Ich konnte in keinem einzigen Falle so viel kohlensaures Ammoniak gewinnen, dass Kalkwasser dadurch getrübt wurde, und nur in zwei Fällen unter sieben erhielt ich davon eine Anzeige mittelst salpetersauren Baryts. Die Lö-

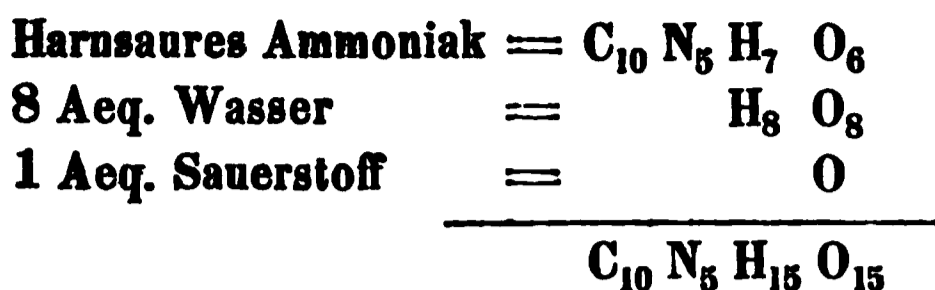
sungen in kaltem Wasser waren neutral oder wenig sauer, i der Destillation alkalisch durch freies, aber nicht durch koh saures Ammoniak, und der Rückstand in der Retorte war merklich sauer, herrührend von der freigewordenen Phosph säure aus dem phosphorsauren Ammoniak. Aus getrockn und erhitztem Guano bestand das erhaltene Sublimat nie aus lensaurem, sondern aus oxalsaurem und salzsaurem Ammo In dieser Beziehung weichen meine Resultate von denen Gi din's, Bidard's und einiger Anderer ab. Nach meinen suchen existirt kein kohlensaures Ammoniak im Guano, schon sein Vorkommen darin wahrscheinlich erscheint.

In Betreff der freien Harnsäure glaube ich, dass sie urs lich frei neben harnsaurem Ammoniak vorhanden sei; sie nicht wohl durch die freien Säuren des Guano aus Ammonia getrieben sein, weil die Probe No. 2 keine freie Harnsäur hielt, obschon sie ebenfalls sauer reagirte.

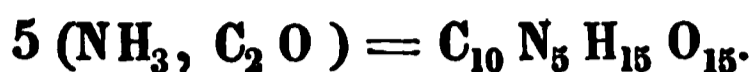
Auf die Bildung des oxalsauren Ammoniaks muss ich eingehen, weil meine Ansicht von der des Dr. F o w n e s abv

Nothwendig muss dieses aus dem harnsauren Ammonia stehen, weil der Guano keine Substanz weiter enthält, di selbe erzeugen könnte.

Nach Dr. F o w n e s verbindet sich nun die Harnsäur dem harnsauren Ammoniak mit 8 At. Wasser und 2 At. Sau aus der Luft und giebt damit 4 Aeq. oxalsaures Ammonia 2 Aeq. Kohlensäure, welche sich nun mit dem freigewor Ammoniak aus dem harnsauren Ammoniak zu zweifach-k saurem Ammoniak verbindet. Da indessen in keiner ei dieser 7 Proben, welche das harnsaure Ammoniak in de schiedenen Stadien seiner Zersetzung enthalten müssten, zw kohlensaures Ammoniak gefunden wurde, so scheint mir Erklärung der Entstehung des oxalsauren Ammoniaks irr sein. Vielmehr könnte, ohne dass ich dieses damit als i macht ansehen will, die Bildung des oxalsauren Ammoni erklärt werden, dass sich 1 Aeq. harnsaures Ammoniak mit 6 Wasser und 1 Aeq. Sauerstoff geradezu in 5 Aeq. oxal Ammoniak verwandelt, wobei das Aequivalent der Harnsäure Coindet verdoppelt ist.



und



Denjenigen Guano, welchen ich concreten Guano genannt habe, halte ich für die älteste Schicht aus den abgesetzten Guanolagern, wobei die Zersetzung der organischen Materie am weitesten fortgeschritten ist. Diese Bemerkung bezieht sich namentlich auf No. 5. Die Sorten No. 6 und 7 halte ich durch Einwirkung des Seewassers auf eine der ältesten Ablagerungen des Guano an der Seeküste entstanden, woher sich dann die geschichtete Ordnung, die unlöslichen Bestandtheile, so wie der Mangel der löslichen und die grosse Menge an Kochsalz erklärt.

Ich finde im Maihefte des *Philos. Magaz.* eine Analyse von afrikanischem Guano von Teschemacher, welcher darin Humussäure in aufgelöstem Zustande und kein harnsaures Ammoniak angiebt. Wenn sich dieses so verhält, so unterscheidet sich der südamerikanische Guano unter andern auch dadurch von dem afrikanischen, dass er Humussäure im unverbundenen Zustande enthält, indem ich diese durch Ausziehen des in Wasser unlöslichen Theiles mit Kali erhielt.

## XLI.

### Ueber eine neue Classe organischer Verbindungen.

Von

**C. Gerhardt.**

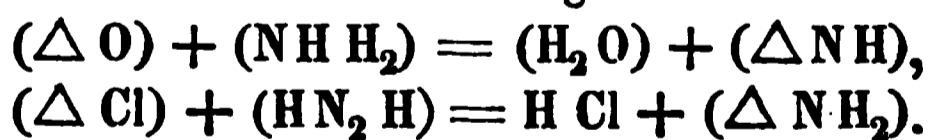
(*Annal. de Chim. et de Phys.* 3. Serie. Mai 1845. Tom. XIV.)

In einer im Jahre 1839 veröffentlichten Abhandlung habe ich auf eine allgemeine und präzise Weise die verschiedenen Erscheinungen, welche durch Substitution zusammengesetzter Körper in der organischen Chemie auftreten, unter bestimmte Formeln zu bringen gesucht. Indem ich mich auf eine grosse Anzahl von Thatsachen stützte, kam ich dahin, dass bei der Vertretung eines

einfachen Körpers durch einen zusammengesetzten ein Element (Wasserstoff) des einen sich mit einem andern Elemente (Sauerstoff) zu einem Producte (Wasser) vereinigen, welches austritt, während die übrigen Elemente mit einander zu einer Verbindung zusammentreten.

Dieses Princip, welches ich für die Zukunft „das Gesetz des Residuums“ nannte, lässt sich in aller Schärfe auf die stickstoffhaltigen Körper, die Amide, die Aetherarten, die Salze u. s. v. anwenden; ich kenne keine einzige Thatsache, welche diesem Gesetze widerstritte. Betrachtungen über die Molecülärconstitution der Körper führten Mitscherlich darauf, diese Theorie im Jahre 1841 unter einer andern Form von Neuem aufzustellen, die ich schon zwei Jahre früher bekannt gemacht hatte \*).

Dieses Gesetz machte die Annahme aller hypothetischen Radicale, so wie das Raisonnement, worauf sich die Elektrochemiker bei den chemischen Reactionen stützen, unnöthig, und um ein Beispiel zu geben, es erklärt vollkommen, warum das Chlor und in Folge dessen der Wasserstoff durch  $\text{NH}_2$ , der Sauerstoff durch  $\text{NH}$  in den durch das Ammoniak bedingten Reactionen ersetzt werden kann. Diese einfache und bestimmte Erklärung schließt die Existenz aller hypothetischen Radicale aus. Denn nach dem Gesetze des Residuums hat man beim Ammoniak, als einer Wasserstoffverbindung, die Wirkung desselben auf den Sauerstoff, das Chlor (Brom, Jod) organischer Körper als Ursache der Bildung und des Austretens von  $\text{H}_2\text{O}$  oder  $\text{HCl}$  anzusehen, während die übriggebliebenen Elemente beiderseits zu einer Verbindung, beziehungsweise  $\text{NH}$  oder  $\text{NH}_2$ , zusammentreten. Man hat in der That, wenn  $\triangle \text{O}$  und  $\triangle \text{Cl}$  zwei organische Materien vorstellen



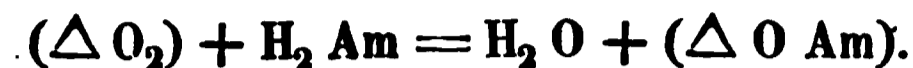
Laurent hätte mithin vollkommen Recht, wenn er das Ind in die Formeln aufnahm, und man muss zugestehen, dass bei allen bekannten Metamorphosen der Fall, wo das Residuum  $\text{NH}$  erscheint, viel häufiger ist als derjenige, wo man das Amid  $\text{NH}_2$  anzunehmen hat, und sogar das Oxamid, welches zuerst die Theorie der Amide begründete, enthält dieses Amid nicht, sondern

\*) Hier ist der Verf. im Irrthum. Die fragliche Theorie ist von Mitscherlich sehr viel früher aufgestellt und schon in den ersten Auflagen seines Lehrbuches der Chemie vorgetragen worden. D. Red.

m NH. Denn wenn man durch  $\Delta O_2$  ein Aeq. Oxalsäure, so dass  $\Delta = C_2 H_2 O_2$  ist, und durch Am das Residuum hat man die Bildung des Oxamids:



Bildung der Oxaminsäure:



kenne nur zwei oder drei Fälle (Benzamid aus Benzoyl-Urethan und Urethylan aus dem Chlorkohlensäureäther), hen das Residuum wirklich  $NH_2$  ist.

h dieser Art Formeln zu bilden, ist das Oxamid eine Oxal- n welcher  $O_2$  durch das Residuum  $Am_2$ , und die Oxamin- kalsäure, worin nur 1 At. O durch das Residuum Am er-

Oxalsäure	$C_2 H_2 O_4,$
oxalsaure Salze	$C_2 M_2 O_4,$
saure oxalsaure Salze	$C_2 \overset{M}{H} O_4,$
Oxamid	$C_2 H_2 \overset{O_2}{Am_2},$
Oxaminsäure	$C_2 H_2 \overset{O_3}{Am},$
Oxamate	$C_2 \overset{H O_3}{M Am}.$

in man unter den geeigneten Umständen die durch die tenen Elemente gebildeten und zu einer Verbindung zu- getretenen Residua wiederum mit den ersteren vereinigt, gt man die ursprünglichen Körper wieder. So weiss ss die Amide die entsprechenden Ammoniaksalze wieder

hol und die ihm ähnlichen Verbindungen verhalten sich Ammoniak; so wie dieses wirken jene durch ihren Was- auf oxydirte oder chlorhaltige Körper, indem sie  $H_2O$  l austreten lassen, während die übrig gebliebenen Ele- e Aether constituiren. Die neutralen Aetherverbindun- prechen den neutralen Amiden, die sauren hingegen den midverbindungen. So hat man auch, wenn man mit E luum  $C_2 H_6 O - H_2$  bezeichnet:



Dumas hat sogar Verbindungen erhalten, welche die dua vom Alkohol und Ammoniak enthalten; unter diesen ist

Oxamethan  $= \text{C}_2 \text{H}_2 \frac{\text{O}_2}{\text{Am}}$ , der oxaminsaure Aether von Ba oder das Oxalätheramid vorzugsweise zu nennen.

Diese Art und Weise, die Amide und die Aether zu be-  
ten, führte mich auf die Entdeckung einer neuen Classe von  
nischen Verbindungen, welche durch das Residuum einer o-  
schen Base gebildet werden und welche ich mit dem Name  
*Anilide* im Allgemeinen bezeichne.

Diese Körper sind den Amiden ähnlich und entstehen  
den nämlichen Umständen und geben, mit concentrirten  
behandelt, nicht Ammoniak, sondern Anilin. Ich erhielt  
verschiedene Anilide durch Zersetzung des oxalsauren Ani-  
der Hitze.

#### *Zersetzung des oxalsauren Anilins bei erhöhter Temper*

Das neutrale oxalsaure Anilin, welches zu diesen Ver-  
diente, wurde nach Hofmann's Methode durch Mischen de-  
lins mit einer Lösung von Oxalsäure in Alkohol erhalten.  
Salz wurde mit Alkohol gewaschen und im Wasserbad  
trocknet.

Erhitzt man dieses Salz im Sandbade, so fängt es sch-  
einigen Graden unter 100 an, sich zu zersetzen; es schmil-  
fängt an zu sieden, indem sich Wasser, Kohlensäure und  
entwickeln, und erst bei 160—180° kann man unter de-  
wickelten Gase ein wenig Kohlenoxydgas bemerken. Man  
nicht stärker zu erhitzen; wenn die Gasentwicklung auf-  
hat, hinterbleibt eine vollkommen klare, mehr oder weniger  
Flüssigkeit, je nach der Reinheit des angewandten Salzes,  
alle Anilinverbindungen an der Luft eine rothe Farbe ann-  
Entfernt man diese Flüssigkeit vom Feuer, so erstarrt

ner butterartigen Masse, welche ein Gemenge zweier neuer Körper, des *Oxanilids* und *Formanilids*, ist, die ich nun beschreiben will.

### *Oxanilid.*

Man erschöpft, um diesen Körper zu erhalten, den Rückstand nach der Einwirkung der Hitze auf oxalsaures Anilin mit Weingeist. Der Weingeist nimmt alles Formanilid auf und lässt, wenn angewandte Salz rein war, das Oxanilid in vollkommen weissen, der Borsäure ähnlichen Schuppen zurück.

Dieser Körper schmilzt bei  $245^{\circ}$  und erstarrt darauf beim Abkühlen zu einer strahligen Masse; bei  $320^{\circ}$  kommt er in's Sieden und destillirt grösstentheils unzersetzt; er sublimirt bei noch niedrigerer Temperatur und giebt sehr schöne schillernde Blättchen; der Dampf ist scharf, wie der der Benzoësäure.

Er ist in Wasser, selbst in siedendem, unlöslich. Weingeist löst ihn nicht in der Kälte, siedender nur wenig und lässt diese Menge beim Erkalten wiederum in glimmerartigen Blättchen fallen.

Ebenfalls ist er in Aether unlöslich.

Verdünnte und siedende Alkalien und Säuren greifen diesen Körper gar nicht an, dagegen entwickelt concentrirtes und siedendes Kali daraus Anilin, indem sich oxalsaures Kali bildet; die Zersetzung ist überaus leicht, wenn man schmelzendes Kali anwendet. Das Anilin entwickelt sich in Form eines farblosen Gases und giebt mit Chromsäure und Chlorcalcium die eigenthümlichen Reactionen. Mehrere Analysen mit Substanz von verschiedener Bereitung führten mich genau zu der Formel:



welche der folgenden äquivalent ist:



Sie stellt mithin eine Oxalsäure dar, aus welcher 2 O durch  $\text{H}_2$  hinweggenommen und durch  $2 (\text{C}_6 \text{H}_7 \text{N} - \text{H}_2) = \text{An}_2$  ersetzt sind.

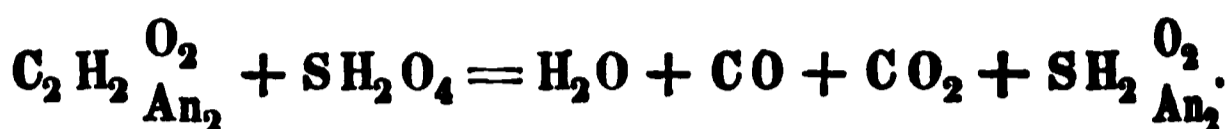
Die Formel des Oxanilids ist mithin:



Zum Ueberfluss habe ich noch ausgemittelt, dass sich, wenn das Oxanilid mit concentrirter Schwefelsäure erhitzt, ein

Gemenge aus gleichen Raumtheilen von Kohlensäure und Kohlenoxydgas entwickelt, wobei sich die Masse nicht schwärzt. Der Rückstand erstarrt, mit ein wenig Wasser versetzt, zu einer weissen und krystallinischen Masse, die in mehr Wasser vollständig löslich ist, nimmt mit Chromsäure eine tiefrothe Farbe an und scheint *Sulphanilid* zu sein.

Denn man hat:



Dieses will ich indessen nicht als ausgemacht ansehen, dessenungeachtet zeigt das Verhalten des Körpers, dass dieses Product dem Oxamid homolog ist, indem es statt des Residuum vom Ammoniak das vom Anilin enthält.

### *Formanilid.*

Es ist bereits oben bei der Darstellung des Oxanilids angegeben, dass dabei ein zweiter Körper entsteht, welcher sich in Weingeist löst. Man entfernt den grössern Theil desselben durch Abdampfen, vermischt mit Wasser und lässt die Lösung sieden. Hierdurch wird die geringe Menge der braunen oder rothen Materie, die von der Zersetzung des Anilinsalzes an der Luft berührt, unlöslich; sie scheidet sich aus und lässt vollkommen reines Anilin in der Lösung. Verdampft man diese Lösung weiter, so sammelt sich das Formanilid in Gestalt öligere farbloser Tropfen, die sich am Boden des Gefässes sammeln. Dieses Product bleibt auch nach dem Erkalten flüssig; es ist indessen nicht gut so weit abzdampfen, bis sich diese öligen Tropfen abscheiden, sondern es ist besser, die Flüssigkeit dem freiwilligen Verdampfen zu überlassen.

Das Formanilid setzt sich hierauf nach und nach in rechteckigen, sehr abgeplatteten und lanzettförmig zugespitzten Krystallprismen ab. Die Krystalle sind sehr verlängert und vollkommen. Ich habe sie mitunter von mehr als 3 Centim. Länge und vollkommener Begrenzung gehabt. Ihre Aehnlichkeit mit den Krystallen des Harnstoffes ist so gross, dass ich sie zuerst für Anilinharnstoff (*Carbanilide*) hielt, bis ich durch die Analyse die Natur dieses Körpers kennen lernte.

Das Formanilid löst sich ziemlich leicht in Wasser, vollkommen in siedendem, noch leichter in Weingeist; die wässrige

ung schmeckt schwach bitter und reagirt nicht auf die Reazpapiere. Im trocknen Zustande schmilzt es bei  $46^{\circ}$ ; die geschmolzene Masse kann weit unter diese Temperatur erkalten, wor sie wieder fest wird, aber man braucht sie nur umzurühren, erstarrt sie dann fast unmittelbar. Im Wasser schmilzt es sich leichter und dabei zeigt sich der merkwürdige Umstand, dass nachher oft mehrere Tage lang flüssig bleibt. Im Wasserbade kocht, entwickeln sich daraus Dämpfe.

In der Kälte wirken weder verdünnte Alkalien, noch Säuren auf diesen Körper ein, indessen geschieht dieses mit der Zeit und schneller beim Sieden. So färbt z. B. verdünnte Chromsäure diesen Körper durchaus nicht, erst nach längerer Zeit wird das Gemisch grün; hat man dagegen das Formanilid vorher mit Schwefelsäure zum Sieden gebracht, so bringt Chromsäure nach wenigen Secunden die Reaction des Anilins hervor.

In der Kälte wirkt verdünntes Kali gar nicht ein, aber nach dem, einige Secunden anhaltenden Sieden scheidet es Anilin ab. Eben so wirkt verdünnte kalte Schwefelsäure nicht ein; beim Erhitzen entwickelt sich der charakteristische Geruch nach Ameisensäure, und wenn man diese Dämpfe auffängt, so reducirt die flüssige Säure das salpetersaure Silberoxyd.

Endlich überzeugte ich mich auch noch, dass das Formanilid, bei concentrirter Schwefelsäure erhitzt, ohne sich zu schwärzen, Kohlenoxydgas entwickelt, während der Rückstand denselben Körper enthält, welcher unter gleichen Umständen aus dem Oxalid entsteht und den ich vor der Hand als Sulphanilid ansehe.

Die Analyse bestätigte die vorhergehenden Resultate und gab:



was nach das Formanilid dem Benzamid isomer ist, aber der folgenden Formel entspricht:



h. einer Ameisensäure, in welcher 1 At. O ersetzt ist durch das Radicel (An), d. h. das Anilinderivat  $(\text{C}_6 \text{H}_7 \text{N} - \text{H}_2) = \text{An}$ .

Das Formanilid ist:



*Interpretation der Reaction.*

Die Entstehung des Formanilids neben dem Oxanilid ist ein Ungewöhnliches, wenn man bedenkt, dass die Oxalsäure bei der trocknen Destillation Ameisensäure liefert.

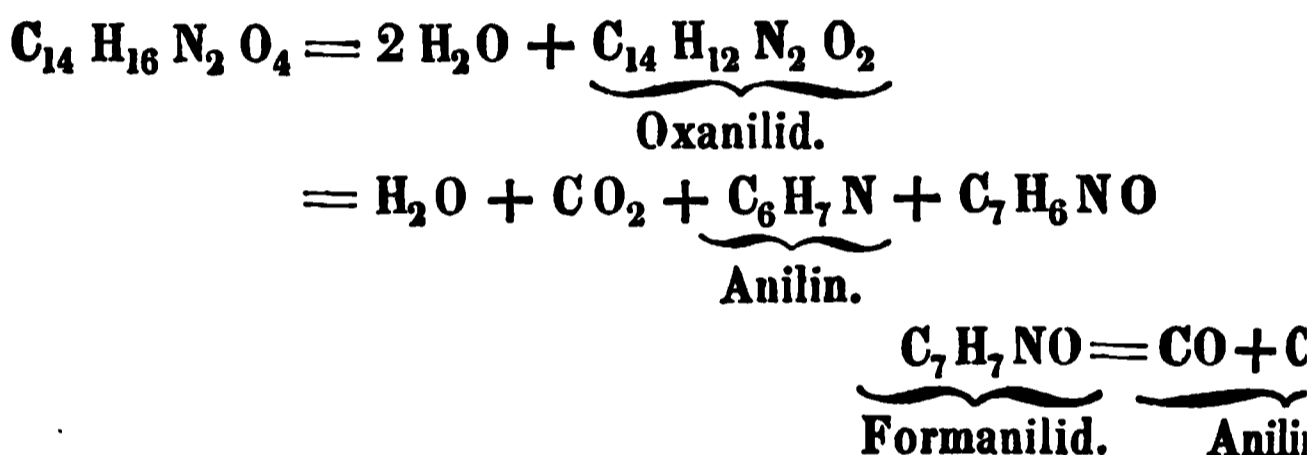
Indessen ist zu prüfen, ob sich auch die übrigen Producte in eine einfache Gleichung zusammenfassen lassen.

Ich habe bemerkt, dass man im Laufe der Einwirkung Kohlensäure, Wasser, Anilin und gegen das Ende der Operation Kohlenoxydgas erhält.

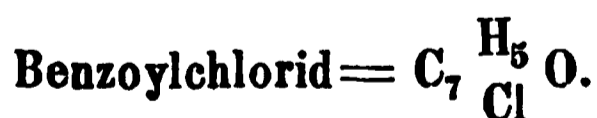
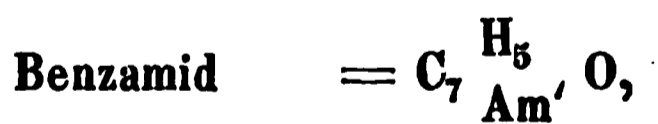
Das neutrale oxalsaure Anilin ist:



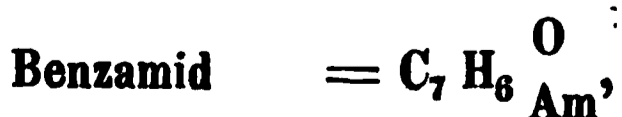
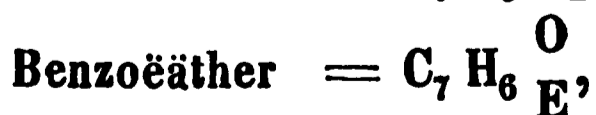
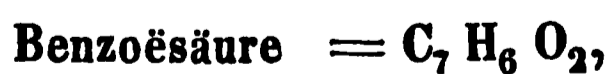
Man hat daher:

*Benzanilid.*

Ich habe oben darauf aufmerksam gemacht, dass in den Reactionen, wo Ammoniak auf chlorhaltige Körper einwirkt, sich Amide erzeugen, bei welchen das Residuum ( $NH_3 - H$ ) an die Stelle des Cl tritt. Indem man dieses mit  $Am'$  bezeichnet, hat man



Oder das Residuum  $Am'$ , als dem  $Am$   $H$  äquivalent, ersetzt man hier  $O$ ; man sieht, dass das Benzanilid sich auch mit den folgenden Körpern zu einer Formel verbinden lässt:

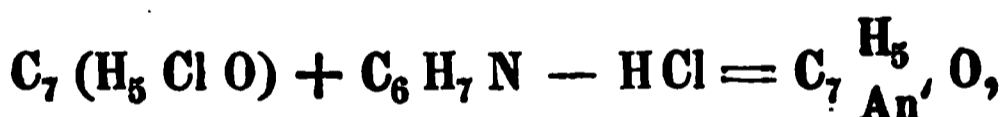


wie es bekannt ist, dass sich das Benzamid nicht allein durch die Einwirkung von Ammoniak auf Benzoylchlorid, sondern auch aus dem Benzoëssäureäther mit Ammoniak darstellen lässt. (Deville.)

Ich habe die homologe Verbindung des Benzamids in der Reihe durch Zusammenbringen von Anilin mit Benzoylchlorid vorgebracht. Sobald man diese beiden Körper in gehörigem Zustande zusammenbringt, so verbinden sie sich unter Erwärmung; die Masse wird roth und krystallinisch.

Man wäscht zuerst mit heissem Wasser, welches Anilinchlorid auszieht, darauf zieht man mit einem mit Alkali schwach versetzten Wasser schliesslich die letzten Spuren anhängender Benzoëssäure, die vom Benzoylchlorid herrühren könnten, aus und lässt dann aus Weingeist krystallisiren.

Man erhält das Benzanilid auf diese Weise bei freiwilliger Verdunstung in perlmutterglänzenden, in Wasser unlöslichen Blättchen. Verdünnte Säuren und Alkalien greifen es auch in Siedehitze nicht an, aber schmelzendes Kali entwickelt darin Anilin und verwandelt sich in benzoësaures Kali. Die Analyse führte zu der folgenden Formel:



Die mitgetheilten Resultate eröffnen ein neues Gesichtsfeld für die Untersuchungen in der organischen Chemie und geben neue weitere Proben für die Gültigkeit des Gesetzes der Residua, nach dem ich die Phänomene der Substitution durch zusammengesetzte Körper in Einklang gebracht habe. Ich hoffe, in der Folge noch über diesen Gegenstand mittheilen zu können.

## XLII.

## Ueber den Siedepunct der Kohlenwasserstoffe

Von

**C. Gerhardt.***(Annales de Chimie et de Physique. 3. Série. Mai 1846)*

Wenn man die Aequivalente der Kohlenwasserstoffe Siedepuncten vergleicht, so ist es auffallend, dass diese Aequivalente steigt. Dieser Umstand stellt sich um so mehr heraus, je grösser die Differenzen unter den Körpern sind, man stösst hier öfter auf Anomalien, deren Erklärung haben werden soll. Nimmt man zwei Kohlenwasserstoffe gleiche Anzahl Kohlenstoffatome enthalten, so hat derjenige den niedrigeren Siedepunct, welcher die grössere Anzahl Wasserstoffatome enthält, und von der andern Seite hat bei gleicher Anzahl von Wasserstoffatomen derjenige den höheren Siedepunct, welcher die grössere Anzahl Kohlenstoffatome enthält.

Beispiele:

		Siedepunct.	
Olefin	$= C_6 H_{12}$	55°	Frémy.
Benzen	$= C_6 H_6$	86°	Mitscherlich.
Amylen	$= C_{10} H_{20}$	160°	Cahours.
Naphtalen	$= C_{10} H_8$	212°	Laurent.
Olefin	$= C_6 H_{12}$	55°	Frémy.
Cumen	$= C_9 H_{12}$	144°	Cahours und Gerhardt.
Retinaphten	$= C_7 H_8$	108°	Pelletier und Wurtz.
Naphtalen	$= C_{10} H_8$	212°	Laurent.

Es scheint, dass der Siedepunct der Kohlenwasserstoffe einem einfachen Gesetze folgt, nach welchem er um eine bestimmte Anzahl von Graden fällt, je nach der Anzahl der Kohlenstoff- oder Wasserstoffatome, die ihre Aequivalente enthalten.

Die folgende Tabelle enthält eine Uebersicht einiger Kohlenwasserstoffe nebst Angabe ihres Siedepunctes.  $D$  bezeichnet die Differenz der Wasserstoffäquivalente zweier Kohlenwasserstoffe und  $\delta$  diejenige der Siedepuncte derselben; eben so  $D'$  und  $\delta'$  diejenige der Kohlenstoffäquivalente und Siedepuncte.

r Kohlenstoffäquivalente und  $\delta'$  die der Siedepuncte zweier ungen.

*Kohlenwasserstoffe mit gleicher Anzahl Kohlenstoffatome.*

1 für 2 Volumen Dampf.	D.	Siede- puncte.	$\delta.$	$\frac{\delta}{D}$
$\left. \begin{array}{l} = C_6 H_{12} \\ = C_6 H_6 \end{array} \right\}$	6	$\left\{ \begin{array}{l} 55^\circ \text{ Frémy.} \\ 86^\circ \text{ Mitscher-} \\ \text{lich.} \end{array} \right\}$	31—5,1°.	
$\left. \begin{array}{l} = C_{10} H_{20} \\ = C_{10} H_8 \end{array} \right\}$	12	$\left\{ \begin{array}{l} 160^\circ \text{ Cahours.} \\ 212^\circ \text{ Laurent.} \end{array} \right\}$	52—4,3°.	
$\left. \begin{array}{l} = C_{10} H_8 \\ = C_{10} H_{14} \end{array} \right\}$	6	$\left\{ \begin{array}{l} 212^\circ \text{ Laurent.} \\ 175^\circ \text{ Cahours u.} \\ \text{Gerhardt.} \end{array} \right\}$	37—6,1°.	
$\left. \begin{array}{l} = C_{10} H_{14} \\ \text{inöl} = C_{10} H_{16} \end{array} \right\}$	2	$\left\{ \begin{array}{l} 175^\circ \text{ Cahours u.} \\ \text{Gerhardt.} \\ 160^\circ \text{ Eigene Be-} \\ \text{stimmung.} \end{array} \right\}$	15—7,5°.	
$\left. \begin{array}{l} = C_9 H_{18} \\ = C_9 H_{12} \end{array} \right\}$	6	$\left\{ \begin{array}{l} 110^\circ \text{ Frémy.} \\ 144^\circ \text{ Cahours u.} \\ \text{Gerhardt.} \end{array} \right\}$	34—5,6°.	
$\left. \begin{array}{l} = C_7 H_{12} \\ \text{iten} = C_7 H_8 \end{array} \right\}$	4	$\left\{ \begin{array}{l} 88^\circ \text{ Pelletier} \\ \text{u. Walter.} \\ 108^\circ \text{ Dieselben.} \end{array} \right\}$	20—5,0°.	
				<hr/> Im Mittel —5,7°.

se Tabelle zeigt, dass von zwei Kohlenwasserstoffen, bei Anzahl Kohlenstoffatome, derjenige, welcher  $n$ mal so sserstoffatome enthält als der andere, auch einen  $n. 5,7^\circ$  ren Siedepunct hat als der andere.

## II. Kohlenwasserstoffe mit gleicher Anzahl Wasserstoff-äquivalente.

Formeln für 2 Volumen Dampf.	$D'$ .	Siede- punct.		$\delta'$ .	$\frac{\delta'}{D'}$ .
Cinnamen } Retinaphten }	1	{ 140° 108°	Cahours u. Gerhardt. Pelletier u. Walter. }	32	+32,0°.
Naphten } Terpentinöl }	2	{ 115° 160°	Dieselben. Eigene Bestimmung. }	45	+27,5°.
Retinaphten } Naphtalen }	3	{ 108° 212°	Pelletier u. Walter. Laurent. }	104	+31,3°.
Naphtalen } Cinnamen }	2	{ 212° 140°	Derselbe. Cahours u. Gerhardt. }	72	+36,0°.
Oleen } Cumen }	3	{ 55° 144°	Frémy. Cahours u. Gerhardt. }	89	+29,6°.
					<hr/> Im Mittel +31,4°.

Diese Tabelle zeigt, dass von zwei Kohlenwasserstoffen, die eine gleiche Anzahl Wasserstoffatome enthalten, derjenige, welcher  $n$ mal so viel Kohlenstoffatome enthält, auch einen  $n \cdot 31,4^\circ$  höheren Siedepunct hat als der andere.

Es ist klar, dass die Werthe  $\frac{\delta}{D}$  und  $\frac{\delta'}{D'}$  nur approximativ sein können, weil die Versuche, auf die sie sich stützen, selbst nicht sehr genau sind, denn die Angaben verschiedener Autoren differiren oft um 10—20° für eine und dieselbe Substanz. Aus diesem Grunde und des Nutzens wegen unternahm ich selbst diese Bestimmung bei einer Anzahl Körper von bekannter Zusammensetzung, und obgleich mir nicht viele zu Gebote standen, so können meine Resultate dennoch vielfache Anwendungen finden, wenn sie durch weitere Erfahrungen bestätigt werden. Die Siedepuncte, welche ich angegeben fand, scheinen mir sämmtlich ein wenig zu niedrig zu sein; dieser Irrthum kommt ohne Zweifel daher, dass man bei der Bestimmung nicht zugleich das Thermometerrohr mit eintauchte.

Die Siedepunkte, welche ich bestimmte, sind \*):

$C_{10} H_{16}$	Terpentinöl	160°.
$C_9 H_{12}$	Cumen	153°.
$C_{10} H_{14}$	Cymen	175°.
$C_7 H_8$	Benzoën nach Deville	114°.
$C_{10} H_8$	Naphtalen.	

Aus diesen Beobachtungen folgt:

$$\text{Für den Wasserstoff } \frac{\delta}{D} = -7,5^\circ.$$

$$\text{Für den Kohlenstoff } \frac{\delta'}{D'} = +35,5^\circ.$$

Hiernach steigt bei einem Kohlenwasserstoff für jede Aufnahme von einem Aeq. Kohlenstoff der Siedepunkt um  $35,5^\circ$  und sinkt für jede Aufnahme von einem Aeq. Wasserstoff um  $7,5^\circ$ .

Diese Werthe sind um ein Geringes höher, als sie aus den Angaben, so wie sie in den verschiedenen Abhandlungen sich vorfinden, zu ziehen wären; aber die meinigen halte ich für genauer, indem ich die Bedingungen ihrer Genauigkeit mehr berücksichtigte.

In allen Fällen sind diese Werthe, wenn schon sie an und für sich nur approximativ sind, immerhin genau genug, um bei der Wahl einer Formel davon Nutzenanwendung machen zu können. Man kann alle diese Siedepunkte auf das Terpentinöl beziehen. So z. B. ist der Siedepunkt des Cumens  $= C_9 H_{12}$ , weil es 1 Aeq. Kohle weniger enthält als  $C_{10} H_{16}$ , um  $35,5^\circ$  niedriger als der des Terpentinöls und man muss deshalb von  $160^\circ$  diese subtrahiren; zugleich aber enthält es auch 4 At. Wasserstoff weniger, für welche man wiederum  $4 \cdot 7,5^\circ$  addiren muss, welche Rechnung den Siedepunkt des Cumens  $= 154,5^\circ$  giebt; der Versuch gab  $153^\circ$ .

Ich würde dieser Arbeit die Ausdehnung, die sie verdient, gegeben haben, wenn ich dazu hinlängliche Hülfsmittel und eine

---

\*) Diese Beobachtungen sind nicht streng genau, denn jene Flüssigkeiten verändern sich bei längerem Sieden. Die Correctur in Betreff des Barometerstandes kann nach meiner Ueberzeugung ganz vernachlässigt werden. Ohnehin sind die Temperaturangaben der Thermometer bei so hohen Graden nicht mehr genau.

hinreichende Anzahl von Kohlenwasserstoffen gehabt hätte. Indessen habe ich längere Zeit auf die Untersuchung von Kohlenwasserstoffen verwandt, welche mit dem Terpentinöl isomer sind und eine gleiche Dampfdichte besitzen, und dabei Verschiedenheiten in der Temperatur der Siedepuncte gefunden. Endlich fand ich, dass das Citronenöl und Pfefferöl eine geringe Menge eines oxydirten Stoffes enthalten, welcher den Siedepunct dieser Stoffe nothwendig erhöhen muss und seiner geringen Menge und der bisherigen Berechnungen der Formeln nach dem alten Kohlenstoffatom halber übersehen wurde \*).

Man kann sich hiervon auf folgende Art überzeugen. Lässt man in gehörig getrocknetem und gereinigtem Citronenöle kaustisches Kali schmelzen, so sieht man es, sowie man erhitzt, sich mit einem braunen flockigen Bodensatze umgeben, ohne dass die Flüssigkeit braun würde. Nach mehrmaliger Wiederholung erreicht man es, dass fernere Einwirkung des Kali's ohne Wirkung ist. Das Oel hat nur einen frischeren und angenehmeren Geruch. Kalium ist noch zweckmässiger für diese Reaction. Es entwickelt einige Bläschen Wasserstoff, die beim Erwärmen zahlreicher, aber nie stürmisch werden; die Flüssigkeit nimmt dabei eine rothbraune Farbe an und nach einigen Rectificationen über Kalium wirkt dieses gar nicht mehr ein und sie hat nun einen sehr angenehmen Citronengeruch. Es ist wahrscheinlich, dass die Oele aller Aurantiaceen im Allgemeinen denselben Kohlenwasserstoff enthalten und dass ihr verschiedener Geruch nur durch die Gegenwart verschiedener oxydirter Stoffe bedingt ist. Das Pfefferöl gab mir bei derselben Behandlung allerdings noch ein pfefferartiges Product, aber es wurde viel angenehmer als das rohe Oel.

Das Kalium greift die blossen Kohlenwasserstoffe nicht an; es entwickelt nur aus solchen organischen Stoffen Wasserstoff, welche auch Sauerstoff enthalten.

Demnach hält man fälschlich das Pfefferöl, Citronenöl und ohne Zweifel auch die übrigen Stoffe, die man diesen anreicht, für reine Kohlenwasserstoffe.

---

\*) Ich habe ein Dutzend Analysen vom Citronenöl gemacht, welches gut rectificirt und getrocknet war, und keine einzige Analyse hat mir nach dem neuen Kohlenstoffatom die verlangte Zahl gegeben. Dagegen stimmen diese Analysen sehr gut mit der von Dumas gegebenen, nach dem alten Kohlenstoffatom berechneten Formel  $C_{10}H_{16}$ .

Diese Thatsachen verdienen die Aufmerksamkeit der Chemiker; ich bedaure es, sie nicht früher gekannt zu haben, um bei der Bestimmung der Siedepuncte davon Gebrauch machen zu können. Man thut besser, wenn man sich mit diesem Gegenstande beschäftigen will, künstliche Kohlenwasserstoffe dazu anzuwenden.

### XLIII.

## Ueber die Oxydationsproducte des Leimes durch Chromsäure.

Von

**R. F. Marchand.**

Die Angabe von Persoz, dass der Leim durch Einwirkung eines Gemenges von Schwefelsäure und saurem chromsauren Kali in Kohlensäure, Ammoniak und Cyanwasserstoffsäure verwandelt werde, ist durch Sullivan im Giessener Laboratorium geprüft und in Betreff der letzten Substanz nicht bestätigt worden (d. Journ. XXVI. S. 53. Liebig's Annalen der Chemie und Pharmacie. XLIV. S. 343. Anm.).

Persoz beschreibt die Reactionen, welche er angewandt hat, um sich von der Gegenwart der Blausäure in dem stark nach bittern Mandeln riechenden Destillate zu überzeugen, so ausführlich, dass eine Täuschung seinerseits nicht möglich ist; dagegen lässt sich auch nicht einsehen, wie Jemandem bei Wiederholung und Prüfung eines solchen Versuches die Gegenwart der Blausäure hätte entgehen können, falls sie wirklich durch die erwähnte Reaction gebildet worden wäre.

Ich habe den Versuch von Persoz mehrere Male wiederholt, und zwar mit verschiedenen Mengen der reactiven Substanzen, und dadurch von einander ganz abweichende Resultate erhalten. Zuerst wurden 40 Grm. Leim, wie es Persoz vorschreibt, in 1000 Grm. Wasser gelöst, 300 Grm. englischer Schwefelsäure hinzugefügt und nach dem Erkalten der Mischung 160 Grm. saures chromsaures Kali derselben hinzugesetzt. Die Flüssigkeit entwickelte beim Erhitzen reichlich Kohlensäure; das übergehende Destillat besass einen starken Geruch nach Blausäure und

war deutlich sauer; jedoch konnte anfangs, trotz des stark bittermandelöl-Geruchs, in der Flüssigkeit keine Spur von Blausäure entdeckt werden. Die freie Säure war Ameisensäure.

Als jedoch 30 bis 40 Grm. Flüssigkeit übergegangen war, konnte man die Gegenwart der Blausäure nicht mehr verkennen und bald stieg ihre Menge so bedeutend, dass ein jeder Tropfen des Destillats reichlich Berlinerblau lieferte.

Das Destillat enthielt, so lange Blausäure überging, keine Ameisensäure. In dem Maasse als die Flüssigkeit in dem Kolben sich mehr und mehr concentrirte, stieg die Menge der Blausäure im Destillate. Als die Bildung derselben noch sehr reich vor sich ging, wurde zu der Mischung eine neue Menge Wasser hinzugefügt und von Neuem destillirt. Jetzt hatte indessen die Bildung der Blausäure plötzlich völlig aufgehört, dafür war das Product mit Ameisensäure überladen.

• Ein zweiter, auf gleiche Weise angestellter Versuch, dasselbe Resultat. Ehe noch eine Spur von Blausäure erkennen war, hatte sich schon der Bittermandelöl-Geruch eingestellt und da die Masse im Laufe der Destillation nicht mit Wasser verdünnt wurde, so bildete sich eine grosse Menge von Blausäure, welche nur mit wenig, zu Anfang erzeugter Ameisensäure, gemischt war. Die ganze Menge der übergegangenen Flüssigkeit wurde mit Quecksilberoxyd geschüttelt und darüber abdestillirt. Im Rückstand blieb neben etwas ameisensaurem Quecksilber auch eine reichliche Menge Cyanquecksilber. Die Ameisensäure wurde durch Kochen des Salzes mit Quecksilberoxyd, Abdampfen und Wiederauflösen des Rückstandes und öfteres Wiederholen dieser Operation gereinigt, so dass endlich *reines Cyanquecksilber* erhalten wurde. Bei der Destillation lieferte es neben reichlich Cyan auch eine beträchtliche Menge Paracyan.

Aus dieser Beobachtung geht hervor, dass Persoz sich in seinen Versuchen *nicht* getäuscht habe.

Es musste jedoch durch eine Modification in den zu dem Versuche angewandten Verhältnissen der Substanzen die Reaction abgeändert werden können, dass andere Producte auftreten, wie Sullivan die Blausäure nicht fand. Diess war um so mehr zu erwarten, da, wie wir oben gesehen haben, sogar schon die Zumischung von Wasser die Bildung dieser Verbindung unterbrochen werden konnte.

Eben dahin kann man durch Aenderung der Mischungsverhältnisse der anzuwendenden Substanzen gelangen. Ich versuchte anstatt 40 Grm. Leim mit den oben angegebenen Mengen Schwefelsäure, saurem chromsauren Kali und Wasser 110 Grm. H<sub>2</sub>O. Der Erfolg war der, dass sich keine Spur von Blausäure während der ganzen Reaction entwickelte, sondern neben Kohlensäure eine so reine Ameisensäure, dass das mit Bleioxyd gesättigte Destillat schon nach einmaliger Umkrystallisation ein Salz gab, welches 74 Proc. Bleioxyd enthielt.

1,610 Grm. des lufttrocknen, sehr schön krystallisirten, noch noch gelblich gefärbten Salzes gaben 1,192 Grm. Bleioxyd oder 74,04 Proc. PbO.

Während der ganzen Reaction entwickelte sich durchaus kein Geruch nach Bittermandelöl.

Ein ganz gleiches Resultat, nämlich die Entwicklung reichlicher Mengen von Ameisensäure ohne eine Spur von Blausäure, erhielt ich bei der Destillation eines Gemisches von Käse, Schwefelsäure, chromsaurem Kali und Wasser, bei welchem der Käse ebenfalls im Ueberschuss angewandt worden war.

Es scheint sich hieraus mit Sicherheit zu ergeben, dass das Auftreten der Ameisensäure und Blausäure sich bei dieser Reaction gegenseitig ausschliessen.

Es ist schon oben erwähnt worden, dass der starke Geruch nach bittern Mandeln sich in dem Destillate früher einstellte, als in die Gegenwart der Blausäure darin entdecken konnte. Diess zeigte deutlich, dass der Geruch noch durch eine zweite Verbindung, nicht allein durch den Cyanwasserstoff, herbeigeführt wurde. Es war diess um so ersichtlicher, als das mit Quecksilberoxyd geschüttelte Destillat noch stark nach bittern Mandeln roch und dieser Geruch die Flüssigkeit noch begleitete, nachdem sie über Quecksilberoxyd abdestillirt war. Blausäure war natürlich im reinen Destillat nicht zu entdecken. Die Flüssigkeit wurde mit kohlensaurem Kali versetzt, der Geruch verschwand nicht; eine kleine Menge kaustischen Kali's wurde hinzugefügt und nach einigen Tagen war der Geruch fast völlig verschwunden.

Die Flüssigkeit wurde eingedampft und die trockene Salzmasse, hauptsächlich aus kohlensaurem Kali bestehend, mehrere Male mit absolutem Alkohol ausgekocht. Der Auszug wurde im Wasserbade eingedampft, in wenig Wasser gelöst und durch

Chlorwasserstoffsäure zerlegt. Aus der trüben Flüssigkeit, die sich am andern Tage geklärt hatte, setzten sich nach einiger Zeit grosse Krystalle von *Benzoësäure* ab. Die Menge derselben war zu gering, als dass eine Analyse derselben oder eines Salzes hätte ausgeführt werden können. Ihre Schmelzbarkeit, Flüchtigkeit, Form und Entstehungsweise aus einer Flüssigkeit, welche den Geruch nach Bittermandelöl an sich trug, der nach der Erzeugung der Krystalle verschwunden war, liessen keinen Zweifel übrig, dass hier wirklich die Erzeugung des Bittermandelöls durch Oxydation einer thierischen Substanz stattgefunden hatte. Ich wiederholte den Versuch in etwas grösserem Maassstabe, bei dem Alles, was ich angegeben habe, bestätigt, konnte aber nicht genug von den Krystallen erhalten, um sie analysiren zu können.

Wurde der alkoholische Auszug der mit Kali versetzten abgedampften Flüssigkeit unmittelbar mit Chlorwasserstoff versetzt, so bildete sich ein deutlicher, nicht zu verkennender Geruch nach *Butteräther*, so dass ich glaube, auch diese Säure, die Buttersäure, oder eine ihr sehr ähnliche, bilde sich hier gleichfalls, vielleicht als Nebenproduct aus einem kleinen Anttheil Fett, welcher im Leime enthalten sein kann. Da wir jetzt wissen, dass diese Säure sich aus dem Fibrin durch Fäulnis erzeugt, so kann ihr Auftreten nichts Ueberraschendes haben.

Liebig hat nachgewiesen, dass im Harn des gesunden Menschen sich eine gewisse Quantität Hippursäure befindet. Man ist ohne Zweifel geneigt, diese in ihrer Entstehung auf den Genuss gewisser Pflanzenstoffe zu schieben. Der schon längerer Zeit bekannte Gehalt dieser Säure im Harn kleiner Kinder weist diese Erklärung zurück, wenn man nicht vielleicht annehmen will, dass der Milchzucker die Bildung veranlasst. Hierzu haben wir indessen bis jetzt keine Ursache.

Wenn die Hippursäure zu den secernirten Substanzen gehört, deren Erzeugung durch die Zusammensetzung der eingeführten Nahrungsmittel begünstigt oder vielleicht bedingt wird, so kann man nicht anstehen, obige Erfahrung hiermit in Zusammenhang zu bringen.

Wir werden also schon durch den Genuss der thierischen Substanzen in den Stand gesetzt, aus ihnen Hippursäure zu erzeugen. Es leuchtet ein, dass, wenn wir diese Substanzen in unsern

Organismus selbst antreffen, wir nicht so weit zu gehen brauchen, ihre Wirksamkeit im Nahrungsmittel aufzusuchen.

Bekanntlich hat man die Hippursäure als eine gepaarte Säure betrachtet, in welcher Benzamid mit einer organischen Verbindung, etwa der Fumarsäure, verbunden sei. Der vollständige Beweis dafür ist noch nicht geführt worden, wenn gleich eine gewisse Aehnlichkeit der hippursäuren und fumarsäuren Salze existirt \*).

Ich habe einen Versuch angestellt, welcher wenigstens etwas zur Bestätigung dieser Ansicht beitragen kann.

Wird die Benzoësäure im thierischen Körper in Hippursäure umgewandelt, indem sie selbst in Benzamid übergeht und sich mit einer Substanz  $C_4H_3O_3$  verbindet, so muss nothwendig aus einem Aequivalent Benzoësäure (= 1525 Gew. Th.) ein Aequivalent Hippursäure (2237,5) entstehen.

Die Reaction könnte indess auch so vor sich gehen, dass die Verbindung eine völlige Umänderung im Organismus erlitte und die Elemente der Benzoësäure nur Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff hinzutreten, ohne dass der Kohlenstoff vermehrt würde, so dass also aus 18 Aeq. Benzoësäure nur 14 Aeq. Hippursäure entstehen. Man kann diess durch den Versuch entscheiden, indem im ersten Falle 1 Grm. Benzoësäure 1,467 Grm. Hippursäure, im zweiten 1,141 Grm. liefern würden.

Bei einem Versuche, in welchem ich 5 Grm. Benzoësäure auf einmal nahm, fand ich am andern Tage nur 5,12 Grm. Hippursäure. Der Rechnung nach hätten im ersten Falle 7,335 Grm., im zweiten 5,705 Grm. gefunden werden müssen. Jedoch war die Quantität der genommenen Benzoësäure zu gross gewesen, so dass ich sie hätte ohne Beschwerde ertragen. Durchfall, der eintrat, hatte die Reaction offenbar gestört. Ich nahm nun in 10 Tagen im Ganzen 30 Grm. Benzoësäure und fand statt dieser 19,2 Grm. Hippursäure wieder. Der Rechnung nach hätten entweder 44,01 oder 34,23 Grm. gefunden werden müssen; daher mehr als zwar bedeutend mehr gefunden war, als die letztere Annahme zulässt. Der Ueberschuss kann nicht von der normal ausgeschiedenen Hippursäure herrühren, da die Menge derselben zu gering ist.

---

\*) Vergl. Schwarz in Liebig's Ann. LIV. S. 29.

## XLIV.

# Ueber die Trennung des Goldes und Platins von Zinn und Arsenik.

Von

Dr. **L. Elsner.**

Da eine leicht ausführbare Trennung des Goldes von Zinn nicht selten, auch in technisch-chemischer Hinsicht, sehr wünschenswerth ist, so habe ich mit dem Zögling Reinhardt in dem Laboratorium des königl. Gewerb-Instituts zu Berlin gemeinschaftlich eine Reihe von Versuchen angestellt, deren Resultate ich hierdurch mitzuthellen nicht unterlassen will, da in der That auf eine sehr einfache Weise die Trennung des Zinns und Arsens von dem Golde sowohl wie von der Platina bewerkstelligt werden kann.

Da bekanntlich eine Goldlösung durch Eisenvitriol gefällt wird, welches dagegen bei einer Lösung von Zinnchlorid und freier Arseniksäure *nicht* der Fall ist, so giebt schon dieses Verhalten der einzelnen genannten Metalle ein einfaches Mittel an die Hand, dieselben von Gold, aus einer gemeinschaftlichen Lösung, zu trennen; eben so ist von dem Platin bekannt, dass es nur allein unter den oben genannten Metallen durch Salmiak-Auflösung niedergeschlagen wird. — Um nun zu versuchen, in wiefern die so eben angedeutete Methode der Trennung der oben genannten Metalle geeignet sei zu einer quantitativen Bestimmung des Goldes aus einer Legirung obiger Metalle, wurde ein Metallgemisch aus 4,312 Grm. Platin, 4,0 Grm. chemisch reinem Zinn und 3,156 Grm. reinem Gold in Königswasser aufgelöst, die Lösung zur Verjagung der überschüssigen freien Säure verdampft, hierauf mit destillirtem Wasser verdünnt, mit concentrirter Salmiak-Lösung und etwas Alkohol versetzt; der erhaltene gelbe Niederschlag wurde abfiltrirt, getrocknet und geglüht, und es ergaben sich auf diese Weise 4,281 Grm. metallisches Platin. Die von dem Platin-Salmiak abfiltrirte Flüssigkeit wurde mit einem Ueberschuss von frisch bereiteter Eisenvitriol-Lösung versetzt; der braune Niederschlag, nach einiger Zeit abfiltrirt, getrocknet, geglüht und gewogen, ergab sich als 2,906 Grm. metallisches Gold. Die von dem metallischen Golde abfiltrirte und etwas mit

Salzsäure angesäuerte Flüssigkeit gab mit Schwefelwasserstoff keinen rein gelben Niederschlag, welches der Fall doch hätte sein müssen, wäre alles Gold durch Eisenvitriol gefällt worden, sondern die Farbe war eine *bräunlich-gelbe*; auch erzeugte Zinnchlorür-Lösung, zu einem andern Theil der Flüssigkeit hinzugesetzt, sehr bald eine schön *dunkelrothe*, obgleich klar bleibende Färbung; beide Erscheinungen geben den Beweis, dass durch Eisenvitriol, selbst wenn solcher im Ueberschuss angewandt wird, das Gold aus seiner Lösung nicht *gänzlich* wieder niedergeschlagen wird; eine Thatsache, die auch praktischen Probirern bekannt ist, wie mir von einigen Seiten versichert wurde.

Dagegen ergab sich, dass metallisches Zink aus einer Goldchlorid-Lösung das Gold so gänzlich wieder niederschlägt, dass die von dem braunen Gold-Niederschlage abfiltrirte Flüssigkeit, nach ihrer Ansäuerung mit ein wenig Salzsäure, durch Schwefelwasserstoff auch nicht die geringste braune Trübung von Schwefel-Gold mehr erzeugte. Aus einer Goldchlorid-Lösung, die nur Gold enthält und nicht noch andere Metalle, welche gleichfalls durch Zink metallisch gefällt werden, lässt sich daher das Gold quantitativ genau durch metallisches Zink niederschlagen.

Will man zur Trennung des Goldes von den obengenannten Metallen den Eisenvitriol anwenden, so lässt sich die Analyse einer solchen Metall-Legirung auf die oben angegebene sehr einfache Weise bewerkstelligen, wenn auch gleichzeitig noch Arsen in der Legirung vorhanden sein sollte, da, wie oben schon bemerkt wurde, auch freie Arsensäure, eben so wie die Lösung des Zinns in Königswasser, durch Eisenvitriol nicht getrübt wird.

Sollten nun noch Zinn und Arsen quantitativ bestimmt werden, so würden sie als Schwefelmetalle niederschlagen und letztere weiter auf die Weise zu behandeln sein, wie ich es in dieser Zeitschrift (Bd. XVII. Heft 4. 1839) vor einigen Jahren schon beschrieben habe.

Um aus einer Legirung von Gold, Zinn, Arsen, welche 3,8 Grm. Gold enthielt, das letztere mittelst Zink quantitativ zu bestimmen, wurde das Metallgemisch in Königswasser aufgelöst und nach Entfernung der freien Säure, Wiederaufnahme in destillirtem Wasser, die genannten Metalle durch metallisches Zink wieder als grauschwarzes Pulver niedergeschlagen, welche Fällung so vollständig stattfand, dass Schwefelwasserstoff in der von

dem grauen Metallpulver abfiltrirten Flüssigkeit keine Spur einer Trübung mehr zu erkennen gab. Die Fällung der Metalle durch metallisches Zink aus ihrer Auflösung wurde deshalb unternommen, um die Metalle in einem höchst fein zertheilten Aggregatzustande zu erhalten, weil dieselben nur in einem solchen Zustande für den weitem Gang der Untersuchung als besonders geeignet vorbereitet zu betrachten sind.

Die weitere Behandlungsweise der durch Zink niedergeschlagenen Metalle begründet sich nämlich auf die Thatsache, dass Zinn sowohl wie Arsen mit Chlor flüchtige, destillirbare Verbindungen eingehen, was bekanntlich bei Gold und Platin nicht der Fall ist. H. Rose macht schon in seinem Handbuch der analytischen Chemie, 4. Aufl. Bd. II. S. 245 u. 318, auf eine solche Methode der Trennung des Goldes von Zinn und Arsen aufmerksam.

Das in einem heissen Luftstrome völlig getrocknete, durch Zink niedergeschlagene Metallpulver wurde in eine Glaskugel gegeben und ein Strom durch Chlorcalcium getrocknetes Chlorgas darüber geleitet. Die rechtwinkelig gebogene Glasröhre tauchte einige Linien tief in destillirtes Wasser ein, welches nicht vorher angesäuert worden war, weil nicht weiter auf die überdestillirten Chlormetalle Rücksicht genommen werden sollte. Die Glaskugel wurde anfangs durch die Flamme einer Hand-Spirituslampe, später durch die Flamme einer Berzelius'schen Lampe bis zum Rothglühen erhitzt, so lange als noch weisse Dämpfe sich entwickelten. Die nach Beendigung der Operation erkaltete Glaskugel wurde durch eine Glasfeile von dem übrigen Theile der Röhre abgeschnitten, der Inhalt der Kugel in Königswasser aufgelöst, die Lösung von dem Ueberschuss an freier Säure durch Abdampfen befreit, der Rückstand mit destillirtem Wasser verdünnt und durch ein in die Lösung eingetauchtes Zinkstäbchen das Gold als braunes Pulver niedergeschlagen, welches nach dem Trocknen und Glühen 3,4 Grm. wog; der Verlust von 0,4 liegt wohl nur in der Unabweisbarkeit der Zwischenoperationen, die natürlich bei dieser Methode grösser und minder einfach in der Ausführung sind als bei dem oben zuerst angegebenen Verfahren, welches daher für technisch-chemische Zwecke wohl anempfohlen zu werden verdient.

## XLV.

# Ueber das Verfahren des Hrn. A. Levöl, Antimon quantitativ von Zinn zu trennen.

Von

Dr. **L. Elsner.**

Herr A. Levöl behandelt zur quantitativen Trennung der eben genannten Metalle 2 Grm. einer gewissen Legirung derselben in der Wärme mit Salzsäure und setzt alsdann so lange eine concentrirte Auflösung von chlorsaurem Kali hinzu, bis die Legirung völlig sich aufgelöst hat; aus der Auflösung werden hierauf beide Metalle durch Zink niedergeschlagen und die niedergeschlagenen Metalle eine Stunde lang mit Salzsäure gekocht; das hierbei als schwarzes Pulver zurückbleibende Antimon wird auf einem gewogenen Filter getrocknet und alsdann sein Gewicht bestimmt; aus der von dem Antimon abfiltrirten Flüssigkeit wird das Zinn durch Schwefelwasserstoffgas getrennt. Vgl. *Annales de Chimie*, Jano. 1844. p. 125 und Dingler's Journ. Bd. XCV. S. 195.

Ich habe diese Angaben des Hrn. Levöl wiederholt und nachstehende Resultate erhalten.

Schon die Anwendung von 2 Grm. der Metall-Legirung zu einer quantitativen Analyse ist viel zu gross, 1 Grm. davon reicht völlig aus. Es wurde das eine Mal eine Mischung aus etwa  $\frac{1}{2}$  Grm. Zinn und eben so viel Antimon, und bei einem andern Versuche eine in dem genannten Verhältniss zusammengeschmolzene Legirung beider Metalle nach Angabe des Hrn. Levöl mit Salzsäure und chlorsaurem Kali so lange in der Wärme behandelt, bis die Legirung aufgelöst war, wozu jedoch eine verhältnissmässig *sehr bedeutende* Quantität chlorsaures Kali angewandt werden musste. Aus der Lösung wurden durch eine Zinkstange beide Metalle als ein schwarzes, zartes Pulver gefällt; dasselbe wurde abfiltrirt, mit Wasser ausgesüsst und mit chemisch reiner Salzsäure (welche frei befunden wurde von Schwefelsäure, schwefliger Säure und Chlor) in einem Porcellanschälchen gekocht, bei einem zweiten Versuche im Sandbade nur anhaltend in einem ähnlichen Gefäss digerirt. Die von dem schwarzen Pulver abfiltrirte saure Flüssigkeit gab, mit frisch bereitetem Schwe-

felwasserstoffwasser versetzt, einen Niederschlag, der deutlich aus zwei verschieden gefärbten Schichten bestand; nämlich an unterst zeigte sich deutlich der orangerothe Niederschlag von Schwefelantimon, und oberhalb befand sich das chocoladenbraune Schwefelzinn im Minimum. Hieraus geht aber mit Bestimmtheit hervor, dass mit dem Zinn sich gleichzeitig Antimon aufgelöst hatte, dass demnach diese angegebene Trennungsmethode beider genannter Metalle keinen Anspruch auf Genauigkeit machen kann. Noch bemerke ich, dass das zum Versuch angewandte Antimon sowohl wie Zinn frei von Blei waren, wie die Reactionen auf der Kohle, so wie die mit Schwefelsäure und chromsauren Kalien unzweifelhaft dargethan hatten. Hr. Level bemerkt, dass schon Chaudet vorgeschlagen habe, beide Metalle durch Behandlung mit Salzsäure zu trennen, dass aber bei einer Legirung, in welcher auf 20 Theile Zinn mehr als 1 Theil Antimon komme, nur dieser erst einen Zusatz von Zinn beifügen müsse, um die angegebene Trennungsmethode in Anwendung bringen zu können. Hr. Level bemerkt ferner, dass, wenn man keine Legirung, sondern nur ein *mechanisches Gemenge* beider Metalle, wie man ein solches durch Fällung mittelst Zink erhält, nach seiner Angabe behandle, man unter jeder Bedingung leicht und sicher die Trennung beider Metalle zu bewerkstelligen im Stande sei.

In beiden oben angeführten Untersuchungen waren aber etwa gleiche Theile beider Metalle als *mechanisches Gemenge* durch Zink aus ihrer Auflösung niedergeschlagen worden und dennoch zeigte die Reaction mit Schwefelwasserstoff, dass ausser Zinn auch Antimon sich aufgelöst hatte. Blättrig krystallinisches Antimon in ganzen Stückchen und eben so durch Zink aus Antimonchlorid gefälltes, höchst fein zertheiltes schwarpulvriges Antimon gaben, mit reiner Salzsäure gekocht, eine Flüssigkeit, in welcher Schwefelwasserstoffwasser einen orangerothern Niederschlag von Schwefelantimon hervorbrachte. Aus diesen Versuchen geht mit Sicherheit hervor, dass das Antimon, mit Salzsäure gekocht, in letzterer zum Theil sich auflöst, dass demnach auf die Unmöglichkeit des genannten Metalles in Chlorwasserstoffsäure eine *quantitative* Trennungsmethode dieses Metalles von Zinn durchaus nicht begründet werden kann, wie oben schon bemerkt wurde.

## XLVI.

### Notiz über das Vorkommen der Phosphorsäure in Gesteinen vulcanischen Ursprungs.

Von  
Dr. *L. Elsner.*

Nach G. Fownes enthalten die plutonischen Gebilde mehr oder weniger Phosphorsäure; Hr. Prof. Kersten fand jedoch diese Säure *nicht* in der Porcellanerde von Aue, in der blasigen Lava von Niedermennig, im Basalt von Meissen, im Trass vom Vesuv.

Auch ich habe gleichfalls einige Versuche anstellen lassen, um plutonische Gebilde auf Phosphorsäure zu untersuchen; jedoch zeigte sich weder im Trass vom Lacher See, noch in einer Lava vom Vesuv, noch in einem Basalt aus Siegen die Gegenwart der Phosphorsäure. Die feingeriebenen Fossilien wurden nämlich mit Soda geglüht und hierauf nach Abscheidung der Kieselerde u. s. w. in angesäuerte und vom Chlorsilber abfiltrirte Flüssigkeit mittel salpetersaurem Silberoxyd-Ammoniak auf Phosphorsäure untersucht. In der Lava vom Vesuv fand sich eine merkbare Menge Chlor; ich bemerke hierbei, wie ich früher auch schon auf den Chlorgehalt der Puzzolane und der vulcanischen Bomben s. d. Journ. XXXIV. 423) aufmerksam gemacht habe. Interessant ist die Beobachtung vom Prof. Kersten, dass auch in der blasigen Lava von Niedermennig Chlornatrium sich vorfindet, daher dieselbe auch in dieser Hinsicht der Lava vom Vesuv in ihrer Zusammensetzung ähnlich ist.

---

## XLVII.

### Ueber die Ausdehnung des Eises als fester Körper.

Von  
*W. Struve.*  
(*Bulletin scient. de St. Pétersbourg.*)

Nach den Angaben von Pl. Heinrich soll die Ausdehnung des Eises als fester Körper für 80° R. 0,024512 der Länge

betragen. Diese Zahl figurirt so namentlich in Gehler's physikalischem Wörterbuche, neue Ausgabe, und in den Schumacher'schen Jahrbüchern. Wäre sie richtig, so betrüge die Längenänderung des Eises mehr als das 7fache gegen die des Zinks, welches unter allen andern festen Körpern, und namentlich allen Metallen, die stärkste Ausdehnung hat. An der Richtigkeit der Angabe Heinrich's zweifelte ich längst, weil ihr zufolge bei einer Temperaturänderung von  $20^{\circ}$  R. die Längenveränderung des Eises nahe  $\frac{1}{160}$  betragen müsste, oder circa 22 Fuss auf eine Werst Eis. Das widerspricht aber den Erscheinungen, welche unsere Eisflächen im Winter darbieten, die zwar die Thatsache der Zusammenziehung des Eises bei zunehmender Kälte über alle Zweifel erheben, aber doch keineswegs z. B. auf der Entfernung von 24 Werst zwischen der Mündung der Newa und Kronstadt eine Summe der Spalten und Verschiebungen am Ufer von über 500 Fuss darbieten, wenn plötzlich nach Thauwetter eine Kälte von über  $20^{\circ}$  R. sich einstellt. Wenn aber ein deutscher Physiker, Hr. Petzholdt, noch im Jahre 1843 aus directen Versuchen hat beweisen wollen, dass das Eis sich bei zunehmender Kälte ausdehnt, und darauf eine neue Theorie des Vorrückens der Gletscher begründete, so sieht man, dass er einen verunglückten Cabinets-Versuch gemacht hat, ohne die Erscheinungen in der Natur zu kennen, über die ihm jeder Bauer des Nordlandes hätte Auskunft geben können.

Schon, seit längerer Zeit beabsichtigte ich, die Versuche über die Ausdehnung des Eises vorzunehmen, für deren vollständige Ausdehnung sich in Pulkowa alle vortheilhaften Umstände vereinigten. Die Wichtigkeit des Phänomens in Bezug auf die noch immer schwebende Frage über die Bewegung der Gletscher hat mich jetzt zur Ausführung schreiten lassen. Ich übertrug die Versuche zweien jüngeren Gelehrten unserer Sternwarte, dem Hrn. v. Schumacher aus Copenhagen und dem Mechaniker Hrn. Pohrt. Die Versuche sind bis jetzt an 2 Eiscylindern aus luftfreiem Wasser, von über 5 Fuss Länge, ausgeführt worden und gehen von  $-1^{\circ}$  R. bis auf  $-22^{\circ}$  R. Vorläufig berechnet sind nur erst die Schumacher'schen Versuche, bei welchen die Differenzen der mittlern Temperatur in den 3 Hauptreihen auf  $15,85^{\circ}$ ,  $13,21^{\circ}$  und  $15,65^{\circ}$  gehen. Diese Rechnung hat gegeben:

1) Die Ausdehnung für  $80^{\circ}$  R. = 0,00529 aus der 1. Reihe.

532 - - 2. -

529 - - 3. -

---

Mittel: 0,00530.

2) Sehr nahezu ist die Ausdehnung von  $-1^{\circ}$  bis  $-22^{\circ}$  durch alle Grade des Thermometers eine gleichförmige.

3) Es ist also der Coëfficient von Pl. Heinrich 0,024512 gänzlich falsch und gegen 5 mal grösser als unsere Versuche ihn geben.

Die Versuche gehen noch fort. Sowie sie geschlossen sind, werde ich der Academie die beiden Arbeiten der Herren Schumacher und Pohrt vorlegen, nebst den aus beiden gefolgerten Schlüssen.

## **XLVIII.**

### **Kalk von Dolomit auf trockenem Wege zu unterscheiden.**

Von  
**v. Zehmen.**

Ich hatte mir die Aufgabe gestellt, Kalk und Dolomit vor dem Löthrohre von einander zu unterscheiden. Es ist bekannt, dass diess bis jetzt nicht möglich gewesen ist und dass man, um beide Gesteine zu unterscheiden, zur Untersuchung auf nassem Wege seine Zuflucht nehmen musste.

Die mir bekannten Lehrbücher über Erkennung der Mineralien vor dem Löthrohre geben nichts Ausreichendes in dieser Beziehung an die Hand, und doch schien mir die leichte und rasche Erkennung dieser beiden so wichtigen und verbreiteten, von einander so verschiedenen Mineralien, von deren richtiger Erkennung oft die Beurtheilung ganzer Formationen abhängen kann, keineswegs unwichtig.

Nachdem ich alle bekannten Reagentien erfolglos erschöpft hatte, um durch Schmelzung u. s. w. auf unterscheidende Data zu kommen, kam ich auf den Gedanken, ob nicht vielleicht eine

Unterscheidung beider Mineralien durch andere physikalische Merkmale möglich sei, zu welcher Meinung ich mich durch das so verschiedene Volumgewicht der Kalk- und Talkerde, welches einen ganz verschiedenen Aggregatzustand beider Körper unzweifelhaft macht, vollkommen für berechtigt hielt.

Ich verfuhr bei dem kleinen Experiment in folgender Weise:

Ich pulverisirte das fragliche Mineral *möglichst* fein, brachte darauf das Pulver auf ein Streifchen Platinblech, in welches ich eine kleine Vertiefung eingedrückt hatte, und setzte es auf mehrere Minuten, bis ich sah, dass die Glühung vollständig und durchgehend war, der Spiritusflamme (ohne Beihülfe des Löthrohrs) aus.

Ich kam dadurch zu dem Resultate, dass das *Kalkpulver* eine leicht zusammenhängende Masse bildete, welche beim vorsichtigen Abwerfen vom Platinblech nicht ganz zerbröckelte; ausserdem zeigte das Pulver Tendenz zur Adhäsion an dem Platin, von dem es nur durch eine leise Erschütterung gelöst werden konnte;

das *Dolomitpulver* bildete nach der Glühung *keine* zusammenhängende Masse, sondern fiel, wie es gewesen, als lockeres Pulver vom Platin; bei manchen Dolomiten zeigte sich ein lebhaftes Aufsteigen von Fünkchen während der Glühung, wahrscheinlich hervorgebracht durch das lebhafte Entweichen der Kohlensäure aus der Talkerde, wodurch Theilchen von dieser in der Flamme mit emporgehoben wurden.

Muthmaasslich treten diese Erscheinungen nur bei dem Zutritt der Talkerde zur Kalkerde in gewisser Proportion in's Leben, was freilich einzig durch quantitative Untersuchungen festgestellt werden kann; unverkennbar ist sie aber in derjenigen Proportion der Kalk- und Talkerde, wo wir das vorliegende Gestein nicht mehr *Kalk*, sondern *Dolomit* zu nennen pflegen, wo gleiche Atome der beiden kohlensauren Salze darin enthalten sind.

Ich hielt die Veröffentlichung dieser Wahrnehmung sowohl für Chemiker als Mineralogen für nicht ganz unwichtig, da sie von Ersteren zu vorläufiger Untersuchung, von Letzteren zu ausreichender Erkennung fraglicher Gesteine an Ort und Stelle mit

Leichtigkeit benutzt werden kann. Eine weitere Feststellung über die procentisch erforderliche Beimischung der Talkerde zu Hervorbringung der angeführten Erscheinung bleibt späterer Ermittlung vorbehalten..

Auf die angegebene Weise wurden nun folgende, bereits auf nassem Wege erkannte Kalke und Dolomite untersucht, wobei die angegebenen Unterscheidungsmerkmale durchgehends bestätigt wurden:

- 1) Wiltitzer Kalk.
- 2) Urkalk von Maxen (sowohl in der Varietät als Kalkspath wie als körniger und dichter Kalk).
- 3) Kalknieren, wie sie im Lehm der Lommatzscher Gegend vorkommen.
- 4) Jurakalk von Thumbach.
- 5) Alpenkalk von Inspruck von der Martinswand.
- 6) Kalkschiefer von Elsterberg.
- 7) Kalkschiefer von Maxen (wo der etwas losere Zusammenhalt des Pulvers auf einigen Talkerdegehalt schliessen liess).
- 8) Werdauer Kalk (eigentlich Dolomit).
- 9) Zechsteindolomit von Paschkowitz bei Mügeln.
- 10) Zechsteindolomit von Zschochau.
- 11) Marmor von Bärloch.

Zu No. 10 und 11 fehlt bis jetzt die Controle auf nassem Wege.

- 12) Kalk aus Pohl im Voigtlande.
- 13) Kalk aus Liebau im Voigtlande.
- 14) Kalk ohnweit Rübeland im Harz.
- 15) Kalk von Raschau (eigentlich Dolomit).
- 16) Kalk von Kostenblatt (Dolomit).
- 17) Arragonit von Schichhof in Böhmen.
- 18) Dolomit vom Brenner.
- 19) Kalkspath aus Wolkenstein.
- 20) Marmor von Predazzo (Petzholdt's Predazzit), als Dolomit erkannt.
- 21) Kreide von Rügen.
- 22) Kalk von Ranstock in Böhmen.
- 23) Kalk vom Pass Klamm.
- 24) Rother Kalk von Braunsdorf.

- 25) Grauer Kalk von Braunsdorf (als Dolomit erkannt).**
- 26) Kalk von Lengefeld im Erzgebirge (als Dolomit erkannt).**
- 27) Kalk von Blankenstein.**
- 28) Kalk aus dem Todtliegenden des Windberges.**
- 29) Kalksandstein von Torbole.**
- 30) Kalk von Wildenau.**
- 31) Dolomit von Santa Agatha.**

Diese Reihe könnte zwar noch vervielfältigt werden, doch hoffe ich, man wird aus den mitgetheilten Fällen wenigstens viel ersehen, dass die von mir oben angeführten Unterscheidungskennzeichen der Kalke und Dolomite durchaus nicht zufällige sind.

Fasst man die Ergebnisse meiner Untersuchungen noch in Kürze zusammen, so ergibt sich als Resultat der

***Kalkuntersuchung:***

- 1) Zusammenhalt des Pulvers nach der Glühung.**
- 2) Tendenz zur Adhäsion am Platin.**
- 3) Intensiveres Glühen, welches nicht so rasch als beim Dolomit aufhört.**
- 4) Ruhiges Verhalten des Pulvers während der Glühung.**

***Dolomituntersuchung:***

- 1) Zerfallen des Pulvers nach der Glühung.**
- 2) Wenig oder keine Tendenz zur Adhäsion.**
- 3) Wenig intensives Glühen, augenblickliches Aufhören desselben, sobald die Probe etwas vom Feuer entfernt wird ohne Aufleuchten.**
- 4) Mehr oder weniger lebhaftes Aufblähen des Pulvers während der Glühung.**

## XLIX.

### Einwirkung von Goldchlorid auf unterschwefligsaures Natron.

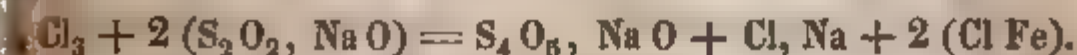
Von

**M. J. Fordos** und **A. Gélis.**

(*Annales de Chimie et de Physique.* 3. Série. Avril 1845.)

Wir haben in einer Abhandlung unter dem Titel: „Ueber die Wirkung der schwefligen Säure auf die Metalle“ (in der *Revue scientifique*, Tom. XIV. p. 113) die Erscheinungen bekannt gemacht, welche eintreten, wenn man die Lösungen solcher Metalle, Sauerstoff abgeben können, auf unterschwefligsaure Salze wirken lässt.

Wenn man die Lösung von Eisenchlorid in eine Lösung von unterschwefligsaurem Natron giesst, so erhält man neben Eisenchlorür die neue Säure des Schwefels, die wir zweifach-geschwefelte Unterschwefelsäure genannt haben, so wie es sich aus der folgenden Formel ergibt:



In derselben Arbeit haben wir gezeigt, dass diese Säure sich ebenfalls bei der Einwirkung der Kupferoxydsalze auf unterschwefligsaure Salze bilde. Es schien uns von Nutzen, zu prüfen, ob das Goldchlorid ähnlich wie das Eisenchlorid wirke, und diese Versuchsung ist der Gegenstand der vorliegenden Abhandlung. Dahin sind die hier zu betrachtenden Verbindungen schon in Bezug ihrer Anwendung für die Daguerre'schen Bilder von Interesse, in sofern man dazu ein bestimmtes Verhältniss der Lösungen von Goldchlorid und unterschwefligsaurem Natron vorgeben hat.

Die Natur dieser Verbindung ist völlig unbekannt und wir hoffen, durch ein genaues Studium derselben auch hier manche, ihrer Anwendung eintretende Uebelstände zu beseitigen.

Um diese Flüssigkeit, deren Bereitung und Anwendung von uns angegeben ist, zu erhalten, löst man einerseits 1 Grm. Goldchlorid in 500 Grm. reinem Wasser und andererseits 3 Grm. krystallisirtes unterschwefligsaures Natron in derselben Menge Wasser. Man giesst nun nach und nach und unter Umschütteln

die Goldlösung in die des unterschwefligsauren Natrons; Flüssigkeit wird darauf roth, aber bald wieder farblos. Es handelt sich nun darum, nachzuweisen, ob in dieser Lösung Chlornatrium und ein Doppelsalz von unterschwefligsaurem Natrium und einem Goldoxyd existiren, oder ob nicht vielmehr Goldchlorid oxydirend auf die unterschweflige Säure wirkt hier, wie in ähnlichen anderen Fällen, die Ursache der Entstehung von zweifach-geschwefeltem unterschwefelsaurem Natrium neben anderen Producten sei.

Die so dargestellte Flüssigkeit ist farblos, was schon vorher lässt, dass sie kein Goldoxydsalz enthalte. Nimmt man es vor der Hand als erwiesen an, so kann man sich leicht überzeugen, dass hierbei nicht Schwefelsäure gebildet wird, da der Barytniederschlag, den diese Flüssigkeit mit Chlorbaryt giebt, in Salzsäure löslich; es lässt dieses mithin auf eine höhere Oxydationsstufe des Schwefels schliessen, zumal da die Flüssigkeit so leicht veränderlich ist, dass man sie nicht ohne Zersetzung selbst im leeren Raume abdampfen kann. Sie ist indessen, nach obiger Vorschrift dargestellt, zu verdünnt, um die Analyse geeignet zu sein, zumal da man sie nicht durch Abdampfen concentriren kann; wir haben daher die beiden Substanzen in geringen Mengen Wasser auf einander wirken lassen. Die Flüssigkeit der Art wird reichlich durch Alkohol von 40° gelöst. Die bei der concentrirten Lösung stattfindende Reaction ist dieselbe als bei der verdünnten, nur muss man mit grösserer Vorsicht verfahren und nicht früher fortfahren, Goldchlorid hinzuzufügen, bis die Flüssigkeit jedesmal farblos geworden ist, da sonst ein brauner Körper, den man nur schwer entfernen kann, entsteht, der durch Einwirkung des Goldchlorids auf die bereits gebildete Verbindung entsteht.

#### *Untersuchung des durch Weingeist erhaltenen Niederschlags*

Dieser Niederschlag ist ein Gemenge mehrerer verschiedener Salze; im Wesentlichen ist er dasjenige Salz, welches wir beschreiben wollen, aber dieses enthält veränderliche Mengen von fast sämtlichen Salzen, die in der darüber befindlichen Flüssigkeit enthalten sind. Um es zu reinigen, muss man es wieder in wenig Wasser lösen und mit absolutem Weingeist fällen. Das Salz, welches wir untersuchten, war auf diese Weise 5 mal

lt, oder vielmehr so oft als sich die nach jeder Fällung bekannte Menge Gold noch abänderte.

Dieses Salz ist vollkommen farblos, krystallisirt in Nadeln; ist in starkem Weingeist unlöslich, in gewöhnlichem nur wenig löslich, aber sehr leicht ist es in Wasser löslich. Es schmeckt sa.

Die wässerige Lösung dieses Salzes hat alle die Eigenthümlichkeiten der Fizeau'schen Flüssigkeit, und Hr. Lenebours, daher die Wirkung beider mit grosser Sorgfalt verglichen hat, ist der Lösung unseres Salzes, der Fülle des Tons halber, wo sie den Bildern ertheilt, den Vorzug.

Dieses Salz ist nun der in der Fizeau'schen Flüssigkeit stehende Bestandtheil, befreit von allen dabei unwesentlichen Stoffen.

Beim schwachen Erhitzen im Glasrohre giebt dieses Salz Wasser ab, dann Schwefel und schweflige Säure; es hält demnach Krystallwasser, aber dieses kann nicht durch eine Temperatur von  $100^{\circ}$  ausgetrieben werden. 1 Grm. des an der Luft getrockneten Salzes zwei Stunden lang einer Temperatur von  $100^{\circ}$  ausgesetzt, veränderte sein Gewicht gar nicht. Bei  $150^{\circ}$   $160^{\circ}$  wird es schwach gelblich, aber ohne eine merkliche Zersetzung zu erleiden. Wir konnten bei dieser Temperatur 0,04 und selbst 0,070 Wasser austreiben, aber dieser Verlust kehrte, wenn wir das Salz der Luft aussetzten, wieder aufzunehmen.

Die Schnelligkeit, mit welcher dieses Salz sein Krystallwasser wieder aufnimmt, macht die Bestimmung desselben schwierig. Das Salz verändert sein Gewicht in jedem Augenblicke, und nach Stunden hat es seinen Wassergehalt vollkommen wieder aufgenommen.

Erhitzt man es stark im Platintiegel, so hinterlässt es Goldschwefelsaures Natron ohne alle Spur von Chlornatrium. Dieses Verhalten giebt einen leichten Weg der Analyse des Salzes. Mit Salpetersäure behandelt, giebt es unter lebhafter Einwirkung rothe Dämpfe, es schlägt sich metallisches Gold nieder; die Flüssigkeit enthält viel Schwefelsäure, aber durchaus keine freie Säure.

Schwefelwasserstoff und die alkalischen Schwefelverbindungen geben einen gelbbraunen Niederschlag in der Lösung.

Die Bestandtheile des Salzes sind hiernach: Gold, Schwefel und Natron; es enthält keine Chlorverbindung. Das Verhältniss derselben lehrt die folgende Analyse:

1) 1 Grm. Salz wurde im Platintiegel geglüht; der Rückstand gab nach der Behandlung mit Wasser 0,374 Grm. metallisches Gold und 0,407 schwefelsaures Natron.

2) 1 Grm. Salz, mit Salpetersäure behandelt, gab einen Niederschlag von 0,373 Grm. Gold und aus der davon getrennten Flüssigkeit mit Chlorbaryum 1,774 schwefelsauren Baryt = 0,2433 Schwefel.

Diese Versuche wurden vielfach wiederholt; mehr als 10 verschiedene Proben gaben dasselbe Resultat und führen zu den folgenden Zahlen:

Gefunden.	Nach der unten angeführten Formel berechnet.
Au = 37,35	37,56
S <sub>8</sub> = 24,23	24,71
Na <sub>2</sub> = 17,85	17,72.

Unter der Voraussetzung, dass der Schwefel als unterschweflige Säure, das Gold als Oxydul darin vorhanden sei, und das Wasser durch den Verlust berechnend, erhält man die folgende Formel:



deren berechnete Werthe mit den gefundenen gut übereinstimmen.

Wir wollen nun einen Versuch näher mittheilen, wodurch man das Verhältniss, in dem der Schwefel und das Gold in dem Salze existiren, einsehen kann. Wir haben in der frühern Abhandlung angegeben, dass die unterschwefligsauren Salze Jod aufnehmen und die neue Säure S<sub>4</sub>O<sub>5</sub>, ΔO entstehen lassen, und dass dabei für jedes Aequivalent des angewandten unterschwefligsauren Salzes ein halbes Aeq. Jod aufgenommen wird.

Versetzt man nun die Lösung unseres Salzes genau mit der Lösung von Jod in Weingeist so lange, als es ohne Färbung der Flüssigkeit aufgenommen wird, so ist die verbrauchte Menge Jod genau diejenige, welche zur Ueberführung des Schwefels, vorausgesetzt, dass er als unterschweflige Säure im Salze existirt, in zweifach-geschwefelte Unterschwefelsäure erfordert wird.

Weitere Untersuchung der Flüssigkeit zeigte uns, dass sie zweifach-geschwefeltes unterschwefelsaures Natron enthalte.

I. 2 Grm. Salz absorbirten 0,95 Jod aus der Weingeistlösung.

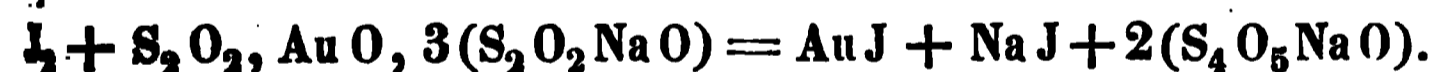
II. 1 Grm. absorbirte 0,485.

III. 5 Grm. Jod, in 200 Cubikcentimetern Weingeist gelöst, und 2 Grm. des Salzes erforderten 78 Abtheilungen der Gay-Lussac'schen Burette. Es enthielten 39 Cubikcentim. 0,98 Jod.

Das Mittel hieraus giebt 48,2 als die von 100 Grm. Salz absorbirte Menge Jod. Nach der Formel sind 47,7 erforderlich.

Dieses Salz verhält sich mithin wie ein unterschwefligsaures. Es enthält ferner das Gold als Oxydul. Denn fügt man zu seiner Lösung Jod, in Weingeist gelöst, hinzu, so bildet sich kein Niederschlag. Sobald man aber die Lösung mit viel Wasser verdünnt, so sieht man unmittelbar Goldjodür niederfallen, welches eine schön und rein gelbe Farbe besitzt, aber nach kurzer Zeit zersetzt sich dieses durch das in der Lösung befindliche Jodnatrium in metallisches Gold und Goldjodid, eine Zersetzung, die der Eine von uns schon früher studirte.

Die Fällung des Goldjodürs ohne freies Jod zeigt, dass sie von einer Wechselzersetzung eines Goldoxydulsalzes und einer Verbindung des Jods mit einem Alkali hervorgeht, welche in diesem Falle nur bei Gegenwart von Wasser eintritt. Die Reaction des Jods auf das Goldsalz zeigt die folgende Gleichung:



Bei allen diesen Betrachtungen haben wir dieses Salz als ein unterschwefligsaures Goldoxydul- und Natrondoppelsalz angesehen; alle eben angegebenen Versuche deuten darauf hin, inwiefern kann man dasselbe auch noch auf andere Weise betrachten. Wenn schwefelsaures Eisenoxydul, Zinnchlorür und Oxalsäure vermögen in dieser Verbindung nicht das Gold nachzuweisen. Es sind aber nicht allein die Eigenschaften des Goldes darin verlarvt, sondern auch manche von denen der unterschwefligen Säure. So zersetzt nur die Salpetersäure dieses Salz in der Kalte; Salzsäure und verdünnte Schwefelsäure, so wie die Pflanzensäuren kann man ohne Absatz von Schwefel und ohne Entwicklung von schwefliger Säure hinzusetzen. Andererseits giebt bei der Lösung hinzugesetztes Chlorbaryum eine ein wenig lösliche Verbindung, welche aber durch Weingeist vollständig ge-

fällt wird und als ein gallertartiger Niederschlag erscheint; es fällt ein entsprechendes Barytsalz, welches dem Natron äquivalente Mengen Baryt enthält.

Behandelt man dieses Salz mit äquivalenter Menge Schwefelsäure, so scheidet sich der Baryt vollständig als schwefelsaures Baryt ab und man erhält das entsprechende Doppelsalz des unterschwefligsauren Goldoxyduls mit Wasser, eine nicht krystallbare, sehr saure und bei gewöhnlicher Temperatur ziemlich beständige Verbindung.

Die Auflösungen der Metalle der letzteren Ordnungen geben keine analogen Verbindungen, sie zersetzen das Salz vollständig; wir halten uns bei dieser Thatsache nicht länger auf, weil wir vorgenommen haben, sie in einer besonderen Abhandlung zu bearbeiten.

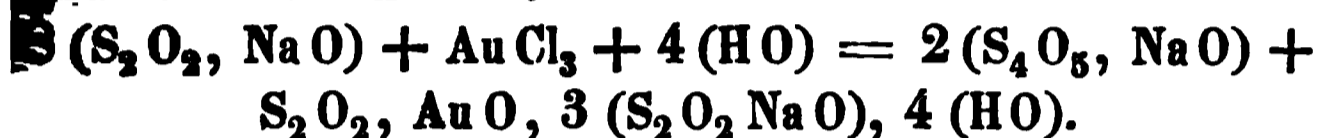
#### *Untersuchung der über dem Niederschlage stehenden Flüssigkeit.*

Die Mutterlaugen, aus welchen man das Salz mit Wein ausgefällt hat, was wir abgehandelt haben, giebt bei geeignetem Abdampfen Krystalle von Chlornatrium, schwefelsaurem Natron und einen Schwefelabsatz. Ausserdem entwickelt sich schweflige Säure. Diese verschiedenen Producte zeigen, dass, unabhängig vom Goldsalze und vom Chlornatrium, in der Flüssigkeit zweifach-geschwefeltes unterschwefelsaures Natronsalz existirt, das man seiner leichten Zersetzbarkeit halber nicht isoliren kann. Um hierüber Aufschluss zu erhalten, schien es uns von Nutzen zu sein, die reagirenden Quantitäten der Salze selbst zu bestimmen und auf diese Weise den ersten Ausdruck der Reaction direct zu bestimmen. Zu dem Ende setzten wir die Lösung zu einem bekannten Gewichte von unterschwefligem Natron, wobei wir nach jedesmaligem Zusatze die Lösung umschütteln bewirkten. Die Färbung durch die Goldlösung schwindet nach jedem Zusatze; wir beendigten die Operation, als die Färbung anfang constant zu bleiben. Bei der Berechnung unserer Resultate fanden wir, dass ein jedes Aeq. Gold, wenn man im Zustande von Chlorid anwendet, 8 Aeq. unterschwefelsaures Natron erfordert. Um genaue Resultate zu erzielen, muss man sehr verdünnte Lösungen anwenden, sonst ist es schwer, den Sättigungspunct genau zu treffen. Trotz d

Schwierigkeiten halten wir diese Methode für beweisend, weil bei zweimaliger Darstellung sehr gute Resultate erhielten.

Jedes Grm. Gold erfordert 5 Grm. unterschwefligsaures Natron, was fast genau den von Fizeau in seiner ersten Abhandlung angegebenen Mengen entspricht. Diese Angabe schreibt 1 Grm. Goldchlorid 3 Grm. unterschwefligsaures Salz vor und muss dabei ein kleiner Ueberschuss von unterschwefligsaurem Natron in der Flüssigkeit sein.

Es ist demnach ausgemacht, dass die Einwirkung des Goldchlorids auf unterschwefligsaures Natron in folgender Gleichung ausgedrückt werden kann:



Es bildet sich demnach zweifach-geschwefeltes unterschwefligsaures Natron. Dieses ist bei der Befestigung der Daguerre'schen Bilder unthätig, es ist vielleicht sogar nachtheilig, da es so leicht Schwefel fallen lässt, und die Ursache der schwarzen Flecke, die man so oft selbst bei den besten Bildern beklagt. Der Umstand bedingt auch wahrscheinlich die Zersetzung der Fizeau'schen Flüssigkeit nach längerer Zeit. Alle, welche sich häufig umgehen, wissen, dass man sie kaum einen Monat bewahren kann. Durch diesen Umstand ist ein jeder, der sich mit dieser Sache abgibt, gezwungen, diese Flüssigkeit selbst zu bereiten, was, wenn schon es für Geübte leicht, nicht für Jedermann ohne grosse Schwierigkeiten ausführbar ist, da man sich genau an Fizeau's Vorschrift halten muss, reine Präparate anwenden muss, die im Handel nicht immer zu haben sind.

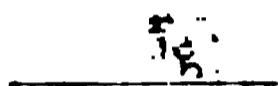
Wir halten es daher für zweckmässig, statt der Fizeau'schen Flüssigkeit eine Lösung unseres Salzes anzuwenden. Es genügt, 5 Grm. dieses Salzes in 1000 Grm. Wasser zu lösen. Dieses ist das Verhältniss für diejenige Lösung, welche Hr. Lenoir zur Probe anwandte. Schliesslich machen wir noch auf den Vortheil aufmerksam, dass man dieses Salz leicht in solchen Quantitäten mit sich führen kann, die enorme Massen jener Flüssigkeit ersetzen.

In dieser Abhandlung haben wir die ersten Resultate der Einwirkung des Goldchlorids auf unterschwefligsaures Natron mitgetheilt; wenn Goldchlorid auf die Verbindung, die wir ab-

gehandelt haben, weiter einwirkt, so entstehen daraus andere Producte.

Unter diesen haben wir schon einen braunen Körper genau der in Wasser löslich, in Weingeist unlöslich ist, und der reich an Gold zu sein scheint, als unser unterschwefligsaures Doppelsalz.

Diese Verbindung kann sich von selbst in Schwefelgold wandeln, wenn man das Goldchlorid in zu grosser Menge ansetzt, und endlich zerstören sich diese beiden Producte bei sehr grossen Ueberschüssen von Goldchlorid, und es bleibt in Flüssigkeit nur Schwefelsäure und metallisches Gold.



L.

## Neue Haloïd-Doppelsalze.

Von

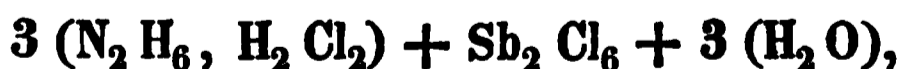
**Poggiale.**

(Comptes rendus par Laurent et Gerhardt, Avril et Mai 18

Der Academie der Wissenschaften überreichte Poggiale eine Abhandlung über mehrere Haloïd-Doppelsalze und Verbindungen eines Haloïdsalzes mit einem Sauerstoffsalze.

### *Antimonchlorür - Salmiak.*

Das Antimonchlorür verbindet sich in zwei Verhältnisse Salmiak. Giesst man in die Lösung dieses letztern Salzes Antimonchlorür, so löst sich dieses bis auf eine schwache, von Oxychlorür herrührende Trübung. Dampft man bei sehr hoher Wärme ab, so erhält man rechtwinklige Prismen, bestehend aus:



und wenn man die Mutterlauge langsam weiter eindampfen lässt, bilden sich Würfel oder Pyramiden-Würfel, die schon von Berzelius beschrieben sind; ihre Zusammensetzung ist:

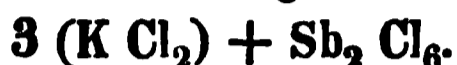


Beide Salze sind farblos und durchsichtig. Der Luft ausgesetzt, werden sie gelb und trübe, sie halten sich aber

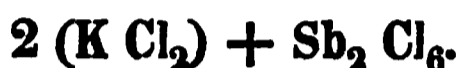
ockner Luft und in der Mutterlauge, in welcher sie sich gebildet haben. Grössere Mengen Wasser zersetzen das Salz.

*Antimonchlorür - Chlorkalium.*

Ein zerfliessliches, an der Luft gelb werdendes und durch Wasser zersetzbares Salz. Hitze zersetzt es ebenfalls. Es krystallisirt blättrig; Zusammensetzung:

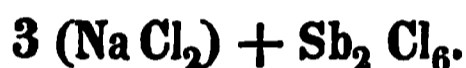


Die Mutterlauge, dem freiwilligen Verdampfen überlassen, abt noch Würfel \*):



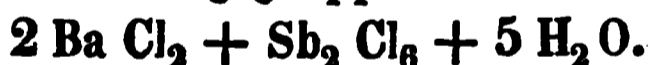
*Antimonchlorür - Chlornatrium.*

Krystallisirt blättrig; Zusammensetzung:



*Antimonchlorür - Chlorbaryum.*

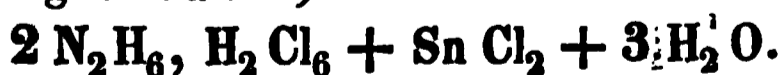
Verdünnte Lösung von Chlorbaryum giebt mit Antimonchlorür keine Verbindung; die Salze trennen sich beim Abkühlen, das Chlorbaryum krystallisirt für sich in Tafeln, das Antimonchlorürersetzt sich mit dem Wasser. Man muss die Lösung des Chlorbaryums vor dem Zusatze von Antimonchlorür concentriren, man erhält dann feine sternförmig gruppirte Nadeln von:



Eben so verbindet sich dieses Antimonchlorür mit den Chlorverbindungen des Strontiums, des Calciums und des Magnesiums.

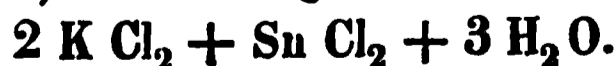
*Zinnchlorür - Salmiak.*

Zinnchlorür giebt mit Salmiak schöne Nadeln in Bündelform, welche sich an der Luft halten und durch Wasser zersetzt werden. Diese Verbindung enthält \*\*):



*Zinnchlorür - Chlorkalium.*

Direct erhalten, schöne lange Nadeln; Zusammensetzung:



\*) Auch dieses Salz hat schon Jacquelin erhalten.

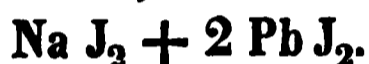
\*\*) Berzelius hat ein Salz kennen gelehrt, welches nach der Analyse von Apjohn  $(\text{N}_2 \text{H}_6, \text{H}_2 \text{Cl}_2) + \text{Sn Cl}_2 + \text{H}_2 \text{O}$  ist.

*Zinnchlorür-Chlorbaryum und Zinnchlorür-Chlorstrontium.**Chlornatrium-Chlormagnesium.**Jodsilber-Jodammonium.*

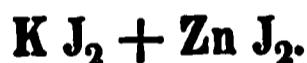
Durch Wasser zersetzbar:

*Jodblei-Jodnatrium.*

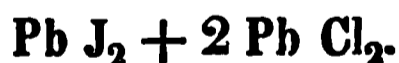
Krystallisirt in glänzenden Flittern, wird erhalten durch Vermischen einer heissen Jodblei-Lösung mit Jodnatrium und Stehenlassen an einem heissen Orte \*):

*Jodzink-Jodkalium.*

Prismatische Krystalle, farblos, sehr löslich und sehr zerfliesslich \*\*):

*Chlorblei-Jodblei.*

Man erhält es durch Vermischen einer Chlorblei-Lösung mit Jodnatrium oder auch durch Auflösen von Jodblei in Salmiak. Beim Erkalten giebt die Flüssigkeit gelbe Krystalle, welche nadel förmig erscheinen und die folgende Zusammensetzung haben \*\*\*):



Dampft man die Flüssigkeit, die bei der zweiten Darstellungsweise übrig bleibt, weiter ab; so erhält man folgendes Salz:



Dieses Salz krystallisirt ausgezeichnet. Die Krystalle sind ästige Nadeln, äusserst fein, und bilden, indem sie von einem

\*) Becquerel erhielt auf galvanischem Wege seidenglänzende Krystalle, eine Verbindung von Jodblei und Jodnatrium.

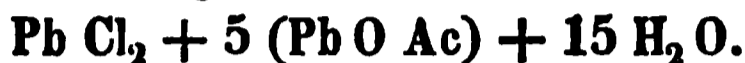
\*\*) Schon von Rammelsberg beschrieben, welcher aber die Formel  $\text{K J}_2, 2 \text{Zn J}_2$  aufstellt.

\*\*\*) Labouré hat dieses Salz durch Behandlung von Jodblei mit siedender Salzsäure erhalten, aber nicht analysirt.

gemeinschaftlichen Mittelpunkte ausgehen, schöne seidenglänzende Anhäufungen. Das Salz wird an der Luft gelb, eben so bei Berührung mit Wasser, wodurch es zersetzt wird.

*Chlorblei-essigsäures Bleioxyd.*

Man erhält es durch Behandeln von drittelsaurem essigsäurem Blei mit Chlorblei in der Wärme, wozu man später einen schwachen Zusatz von Essigsäure macht. Man verdampft bei gelinder Wärme; beim Abkühlen setzen sich Nadeln des Salzes von folgender Zusammensetzung ab:



Diese Formel ist nach Gerhardt nicht wahrscheinlich.

*Jodblei-kohlensaures Bleioxyd.*

Man digerirt kohlensaures Bleioxyd mit einer Lösung von Jodblei, worauf man die entstandene unlösliche Verbindung so lange mit Jodblei-Lösung kocht, als dieselbe noch Jodblei abgiebt. Dieses Doppelsalz ist gelb, in Wasser unlöslich und enthält:



LI.

**Ueber das Ausziehen des schwefelsauren Natrons und Kali's aus dem Meerwasser.**

Von

**M. Balard.**

(*Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'académie des sciences. Tom. XIX.*)

Das Meerwasser ist von den Chemikern wegen seiner wichtigen Rolle in der Erdkunde vielfach untersucht worden. Ich selbst habe stets auf eine genaue Untersuchung seiner Bestandtheile mein Augenmerk gerichtet, gleich viel, ob man die Flüssigkeit, welche das Becken der Meere ausfüllt, als eine Mutterlauge der ursprünglichen Auflösung, aus der unser Festland sich abgesetzt hat, betrachtet, oder ob man das Meer für den Behälter ansieht, welcher die löslichen Bestandtheile, die der Erdboden durch das beständige Auswaschen der Regenwasser verliert, aufnimmt und ansammelt.

Es ist bekannt, dass in Folge einer solchen Untersuchung das Brom von mir entdeckt wurde. Ich untersuchte bei dieser Gelegenheit die Concentration der Meerwasser in den Salzwerken des Südens, ich bestimmte die ungeheure Wassermenge, welche jährlich auf ihrer Oberfläche verdunstet, und kam auf den Gedanken, dass sie eine natürliche Mächtigkeit besäßen, deren gewerbliche Bedeutung man bis dahin verkannt hatte.

Ich las im Murray, dass in England die im Grossen ausgeführte Verdunstung des Meerwassers wenig oder gar nichts von schwefelsaurem Natron lieferte, während meine Versuche zu der Hoffnung berechtigten, auf diesem Wege ungeheure Massen davon darzustellen. Wollaston wies das im Meerwasser enthaltene Kali nach, freilich in beinahe nur mikroskopischen Verhältnissen; dennoch ahnete ich das Mittel, diese so geringen Quantitäten dergestalt zu vermehren, dass sie für alle Bedürfnisse der Gewerbe ausreichen könnten. Es schien mir diess auf die wohlfeilste Weise dadurch möglich, dass ich einfache Temperatur-Wechsel und Flächen, welche bis dahin ausser Acht gelassen waren, benutzte. Durch die Art der Arbeit selbst, für die sie zurecht gemacht werden, erfolgt eine Verbesserung der Umgegend, für die sie eine fortwährende Quelle von schädlichen Ausdünstungen sind.

Seitdem beschäftigte mich die Lösung dieses Problems mit seinen mir vorschwebenden wichtigen Resultaten so leidenschaftlich, dass es fast alle meine Zeit, Kräfte und Gedanken in Anspruch nahm.

Wenn man die Salzwerke nur aus der Beschreibung der westlichen kennt, so macht man sich von der Ausdehnung und Bedeutung einiger von diesen Anstalten eine sehr unvollkommene Vorstellung; denn im südlichen Frankreich haben mehrere eine Verdunstungs-Fläche von beinahe 200 Hectaren\*). Die Wassermenge, welche auf diesen zweckmässig angelegten Flächen, ich möchte sagen, fast ohne Kosten verdunstet, ist sehr beträchtlich; sie kann aber aus der Salzigkeit des Meeres, aus der Fläche und aus der in einem Jahre gewonnenen Salzmasse leicht berechnet werden.

Das Salzwerk, über welches meine Versuche angestellt sind, lieferte bei einer Fläche von 200 Hectaren jährlich 20 Millionen Kilogramme Salz. Da nun das verdunstete Wasser für das Cu-

---

\*) Fast 800 preussischen Morgen.

bikmeter nicht mehr als 25 Kilogramme Salz enthält, so folgt daraus, dass in dem Verlaufe eines Jahres auf der Fläche dieses einzigen Salzwerkes die ungeheure Menge von 800,000 Cubikmetern Meerwasser bei 40 Centimetern Tiefe verdunstet.

Das Wasser, welches durch diese Verdunstung sein Seesalz verliert, nimmt an Volumen mehr und mehr ab und wird endlich zur Mutterlauge. In dieser concentriren sich die Stoffe, welche das Meerwasser in geringem Verhältnisse enthält; unter ihnen findet sich besonders die schwefelsaure Talkerde in ziemlich bedeutender Menge vor. Ich dachte sie jedoch nach der Angabe von Bouillon-Lagrange und Vogel, welche eine neuere Analyse des mittelländischen Meerwassers bestätigt zu haben schien, weit bedeutender zu finden. Nach meinen Analysen betrug die Menge dieser schwefelsauren Talkerde stets nur ungefähr  $\frac{1}{7}$  des in diesen Massen enthaltenen Kochsalzes, während sie sich nach früheren Arbeiten über  $\frac{1}{4}$  belaufen sollte.

Diese Menge ist trotz dem noch so beträchtlich, dass, wenn durch einfache Mittel ihre vollständige Umwandlung in schwefelsaures Natron möglich wäre, der Vorthail dieser Nutzung bei dem das Kochsalz um das 15fache übersteigenden Preise des schwefelsauren Natrons auf der Hand läge. Aber es concentrirt sich in diesen Mutterlaugen nicht alles lösliche schwefelsaure Natron, welches das Meerwasser enthält; denn die löslichen kalkartigen Salze, welche bekanntlich im Meere enthalten sind, vermindern, indem sie sich während der Verdunstung als schwefelsaurer Kalk niederschlagen, das schwefelsaure Salz, welches sich in den Mutterlaugen concentrirt, beinahe um den achten Theil. Dennoch liefert diese Saline von 200 Hectaren 2,500,000 Kilogramme schwefelsaures Natron.

Die Umwandlung dieser schwefelsauren Talkerde in schwefelsaures Natron unter Mitwirkung des Seesalzes schien mir *a priori* sehr leicht ausführbar, wenn ich nur die Beobachtungen Grenn's und H. Berthier's schätzenswerthe Berichte über die Saline von Moutiers benutzte.

Die Erfahrung sollte mich aber sehr bald eines Besseren belehren. Die Abkühlung der Mutterlaugen der Salinen giebt, wenn sie bei einigen Graden unter Null vor sich geht, allerdings eine gewisse Menge schwefelsauren Natrons; aber abgesehen davon, dass eine solche Temperaturabnahme im südlichen Frankreich selten ist, so setzt sich dieses schwefelsaure Salz in den

Mutterlaugen nur in einem so geringen Verhältnisse ab, dass ich der Academie über diesen Gegenstand nichts mitzuthellen konnte, wenn es mir nicht gelungen wäre, durch Untersuchungen über die Löslichkeit der Salze in Salzlösungen diese niedrigen Temperaturen, welche ich nicht erhalten konnte, entbehrlich zu machen. Ueber diesen Gegenstand werde ich mich später auslassen; mein Verstandnisse des vorliegenden Stoffes ist es jedoch nothwendig, dass ich einige allgemeine Sätze im voraus anführe. Es kann nämlich, wenn zwei Salze verschiedene Säuren und Basen haben, unter denen eine zweifache Zersetzung möglich ist, die Gegenwart des einen Salzes die Löslichkeit des anderen begünstigen; im Gegentheil, wenn sie dieselbe Säure und Base haben, wenn dazu die zweifache Zersetzung unter ihnen nicht stattfindet, vermindert die Gegenwart des einen Salzes die Löslichkeit des anderen; der Fall jedoch, in welchem die Bildung eines Doppelsalzes eine neue mit besonderen Affinitäten begabte Verbindung hervorbringt, erleidet eine Ausnahme.

Auf diese Weise hindert die salzsaure Magnesia die Auflöslichkeit des Salzes, weil sie eine chlorwasserstoffsäure Verbindung, und die der schwefelsauren Magnesia, weil sie ein Talkerde Salz ist. Sie begünstigt im Gegentheil die Löslichkeit des schwefelsauren Natrons, weil in diesem Falle wahrscheinlich eine zweifache Zersetzung vor sich geht. Dagegen wird die Löslichkeit des schwefelsauren Natrons durch die des Kochsalzes im Ueberschuss vermindert, da dieses Salz wie jenes das Natron zur Basis hat.

Die Schlüsse für die Anwendung lassen sich hieraus leicht ableiten. Da nämlich einerseits die salzsaure Magnesia der Löslichkeit der schwefelsauren Magnesia und des Kochsalzes, unter denen die Zersetzung stattfinden soll, im Wege ist, und da sie die Löslichkeit des schwefelsauren Natrons, welches man niederschlagen will, begünstigt, so muss man sie wegschaffen. Da ferner andererseits das Seesalz der Löslichkeit des schwefelsauren Natrons schadet und das Niederschlagen des Körpers, den man frei erhalten will, begünstigt, so muss man dasselbe hinzufügen.

Das ganze Geheimniss beruht auf dem Ausziehen der schwefelsauren Talkerde aus den Mutterlaugen, auf der Ausscheidung des Chlormagnesiums, endlich auf der Zusetzung von überschüssigem Kochsalze.

Auf diese Weise giebt diese zusammengesetzte Auflösung, welche bei  $10^{\circ}$  unter Null schon schwefelsaures Natron liefert, bei  $0^{\circ} \frac{8}{10}$  von der Menge dieses Salzes, welche man bei einer vollständigen Zersetzung der anwesenden Salze erhalten könnte. Wenn andererseits eine im Sommer zugerichtete und bis zum Winter beim Abschluss des Regens aufbewahrte Lösung ein Decimeter tief über die unermesslichen Krystallisationsbassins ausgegossen wird, so reicht eine einzige Nacht hin, um auf diesen weiten Flächen mehrere Centimeter dick krystallisirtes schwefelsaures Natron niederzuschlagen.

Die Mutterlauge wird hierauf schnell abgelassen. Da sie nämlich an salzsaurer Magnesia reich ist, so würde sie bei steigender Temperatur von dem schwefelsauren Natron einen grossen Theil wieder auflösen. Das auf diese Weise am Boden gewonnene schwefelsaure Natron wird von einer grossen Anzahl Arbeiter weggeschafft und in mächtige Haufen gebracht.

Wenn die Kälte übrigens so stark ist, dass sie den Wassern eine Temperatur von einigen Graden unter Null mittheilt, dann giebt eine Auflösung von dieser Zusammensetzung nicht allein schwefelsaures Natron; denn es liefert das Meerwasser bei einer Concentration bis  $16$  oder  $18^{\circ}$  der Salzwage ebenfalls beträchtliche Quantitäten dieses Salzes.

Dieses ist wasserhaltig, aber rein; es enthält keine schwefelsaure Magnesia und ist bei dieser seiner Darstellungsart begreiflicher Weise durchaus frei von überschüssiger Säure und dem Eisengehalte, welcher das schwefelsaure Natron der Fabriken zu gewissen Zwecken unbrauchbar macht.

Die löslichen schwefelsauren Salze des Meerwassers können also, wie ich anfangs behauptete, eine äusserst wohlfeile Quelle für das schwefelsaure Natron werden.

Man darf aber nicht glauben, dass diese Aufbereitungsweise sich auf die Benutzung der Mutterlaugen des Seesalzes beschränken muss und dass sie ein blosses Anhängsel dieser Fabrication ist. Es kann im Gegentheil da, wo die Oertlichkeit geeignet ist, wo die Flächen und die Dichtigkeit des Bodens eine wohlfeile Verdunstung des Meerwassers zulassen, die Verdunstung dieses Wasser, abgesehen von dem Werthe des Kochsalzes selbst, gewerblich mit grossem Vortheile ausgeführt werden. In den sogenannten eigentlichen Salinen ist das Kochsalz die Hauptsache, die Mutterlaugen

sind blosses Nebenproduct; hier werden die Mutterlaugen besonders erzielt und das Kochsalz ist ein beinahe unnützer Rückstand. Ich sage jedoch nur beinahe unnütz, denn bei der Gewinnung des schwefelsauren Natrons wendete ich es an, um mir eine Art von Ausfüllungsmaterial zu verschaffen. Das in den Wassern aufgelöste Salz krystallisirt nämlich an dem Orte, wo es sich absetzen soll, und nivelirt ohne Kosten den zu der Operation bestimmten Boden.

Ich überziehe mit dichten Lagen desselben die Flächen, auf denen sich während des Winters das schwefelsaure Natron niederschlagen soll. Auf diese Weise erfüllen sie einen doppelten Zweck. Einmal erhalten sie die Auflösung, welche dieselben mit Kochsalz vollständig gesättigt, bedeckt. Zweitens lässt sich auf diesem eigenthümlichen Boden das schwefelsaure Natron frei von erdigen Substanzen in vollkommen reinem Zustande gewinnen.

Ich habe oben gesagt, dass eine Saline mit einer Verdunstungsfläche von 200 Hectaren in den concentrirten Mutterlaugen durchschnittlich 2,500,000 Kilogramme schwefelsaures Natron liefern müsste. Diese gleichsam theoretische Zahl, welche aus dem Verhältniss des erhaltenen Salzes und aus der Analyse der Mutterlaugen durch die Barytsalze hergeleitet, ist aber um ein Bedeutes höher als die so zu sagen praktische des schwefelsauren Natrons, welches man bis jetzt gewonnen hat. Denn die Ausbeute an schwefelsaurem Natron auf dieser Saline von 200 Hectaren beträgt aus verschiedenen Ursachen, die hier nicht angeführt werden können und auch von Tage zu Tage unbedeutender werden, bis auf den heutigen Tag nicht mehr als 600,000 Kilogramme im Mittel, also nur den vierten Theil von dem, was sie hätte liefern müssen. Hieraus ersieht man, dass dieser kaum in's Leben getretene Gewerbszweig der ausgedehntesten Verbesserungen fähig ist.

So unvollkommen derselbe auch jetzt noch ist, so kann es doch einmal dahin kommen, dass er Frankreich seinen ganzen Bedarf an schwefelsaurem Natron liefert. Denn zur Gewinnung der 50 Millionen Kilogramme, welche unser Land theils durch Verarbeitung, theils zur jährlichen Ausfuhr verbraucht, würden 20,000 Hectaren Verdunstungsfläche nöthig sein. Ein Theil ist in den vorhandenen Salinen bereits in Thätigkeit, der andere, obwohl ohne Zweifel sehr bedeutende, aber beträgt nur eine geringe

stecke von den flachen Teichen und nivelirten unfruchtbaren  
Lern, welche Frankreich zwischen Hyères und Perpignan besitzt.

Diese Fläche lässt sich aber vielleicht auf 5 oder 6000 Hec-  
ten beschränken, deren Hälfte die südlichen Salinen schon haben.

Die westlichen Salinen lasse ich hierbei ausser Rechnung,  
da das Verfahren, welches ich beschrieben habe, kann bei der  
örtigen Vertheilung des Grund und Bodens nicht angewendet  
werden.

Man darf übrigens nicht ausser Acht lassen, dass die Anwen-  
dung der Chlorwasserstoffsäure immer die Fabrication einer ge-  
wissen Menge von schwefelsaurem Natron nach dem alten Verfah-  
ren nöthig machen wird.

Ausserdem sind die Wechselfieber, welche in den zu dieser  
Nutzung geeigneten Gegenden so häufig sind, im Umkreise der  
Linen selbst ungleich seltener; die Verdunstungsräume aber  
sind als Vorwerke zur leichtern Entsalzung und Absetzung des  
Bestandes dienen.

Bei der Fabrication des schwefelsauren Natrons kommen zwei  
Umstände also in Betracht, welche an den Ufern des Mittel-  
meeres sich auf den ersten Anblick zu widersprechen scheinen,  
nämlich die Wärme im Sommer und die Kälte im Winter. Die  
Wärme fehlt im Süden nie, aber die Kälte habe ich in der That  
auf künstlichem Wege mir verschaffen und erhöhen oder ganz ent-  
behren müssen.

Die Steigerung der Kälte ist leicht zu bewerkstelligen. Man  
benutzt die Kälte, welche die Auflösung der schwefelsauren Mag-  
nesia und des Kochsalzes begleitet, und wirkt durch diese im Win-  
ter mit kaltem Wasser auf die Temperatur ein. Wenn sie um 5°  
unter den Punct fällt, welchen das Wasser schon erreicht hatte,  
kann sie so tief kommen, dass der Absatz des schwefelsauren  
Natrons reichlich geschieht.

Es war schwieriger, der Kälte ganz zu entbehren; durch die  
Nutzung einer eigenthümlichen Eigenschaft des schwefelsauren  
Natrons wurde es mir dennoch möglich. Dieses Salz giebt näm-  
lich bekanntlich in einer gesättigten Auflösung in der Wärme sein  
Wasser ab. In diesem Uebergangszustande vereinigt es sich mit  
andern schwefelsauren Salzen, zum Beispiel mit der Kalkerde;  
dies ist die ganze Theorie des Störens. Das wasserfreie schwe-  
felsaure Natron übt diese Wirkung, ausser auf die Kalkerde, auch

auf die schwefelsaure Magnesia. Eine Auflösung, welche d und Kochsalz zugleich enthält, liefert durch Vermittelung Wärme einen wahren Magnesia-Salzschlamm. Dieser verm sich durch die warme Auflösung, durch das Erkalten in der cheren schwefelsauren Magnesia und im wasserhaltigen schw sauren Natron, welches krystallisirt, und lässt so die Auss dung dieser letztern Verbindung im reinen Zustande zu.

Es wird also, wenn die Temperatur hinlänglich fällt Kälte, wenn die Kälte unregelmässig eintritt, Wärme angew und durch diese so verschiedenen Methoden derselbe Zwec reicht, nämlich die Umwandlung der schwefelsauren Salz Meerwassers in schwefelsaures Natron auf dem Erdboden Apparate, ohne Oefen, ohne Condensatoren, ohne Dämpf Chlorwasserstoffsäure, ohne die Anwendung der Schwefel endlich und des Schwefels, so dass das Verfahren um mel die Hälfte vereinfacht wird.

Von den 23 Millionen Kilogrammen Schwefel, welche jäh nach Frankreich kommen, werden 13 Millionen in der That dazu verbraucht, das Seesalz, welches zur Sodafabrication in schwefelsaures Natron umzuwandeln, und als Calcium-Oxysulfür unnütz weggeworfen. Wenn die Versuche über die Auhung des Schwefels aus dieser Verbindung einmal ein vollständ Resultat lieferten, so würde derselbe den übrigen Verbr decken und das Meerwasser könnte in den Gewerben mit Vor die Solfataren des Aetna ersetzen.

Die Sodafabrication ist jetzt so vervollkommnet und dab einfach, dass eine Preiserniedrigung dieses alkalischen St offenbar die bedeutendsten Folgen haben würde; es ist nicht anders denkbar, als dass den Wohlstand der Massen der Ueber eines Productes vermehrte, welches zur Glas- und Seifenfab tion, zum Bleichen unserer Gewebe, zum Waschen der Wolle gewendet wird und überhaupt mit den vorzüglichsten Lebens dürfnissen auf das Innigste verknüpft ist.

Schliesslich werde ich durch Zahlen und bereits erhaltene sultate nachweisen, dass das Meerwasser das ganze Kali, wel gewisse Künste verbrauchen, beinahe ohne Kosten zu liefern Stande ist.

Da es unmöglich ist, das Kali durch ein billiges Verfä aus den natürlichen unorganischen Verbindungen auszuzie

überlassen wir diess gewissermaassen den Pflanzen. Aber bei Fortschritten der Cultur werden diese Kalisammler, welche uns ohnehin erst nach ihrer Zerstörung in ihrer Asche liefern, Tage zu Tage gesuchter und kostbarer. Russland übereilt die Verminderung seines Holzes, Amerika die Niederbrennung der Wälder und man kann einen Zeitpunct absehen, da diese beiden Länder die Pottaschen-Arten, denen sie den Namen gegeben haben, auf wohlfeile Weise zu liefern aufhören werden.

Wenn uns aber auch das Kali des Festlandes zu mangeln beginnt, so haben wir im Meere eine unerschöpfliche, leicht auszutrocknende Fundgrube desselben. Man sucht es auf indirecte Weise durch Verbrennung der Seepflanzen und Ausziehung der Meer-Soda zu benutzen; das directe Verfahren auf dem Wege der Verdunstung ist aber bei weitem vorzuziehen.

In den Mutterlaugen nämlich, aus denen ich oben die schwefelsaure Magnesia zu ihrer Umwandlung in schwefelsaures Natron beschied, concentrirt sich alles Kali, welches das Meerwasser enthielt. Die Menge desselben beträgt für das mittelländische Meer, genommen sie träte in schwefelsaurem Kali auf, ungefähr  $\frac{1}{2000}$  des Volumens.

Bei der ununterbrochen fortgesetzten Verdunstung dieser Laugen auf dem Boden allein unter der Vermittelung der Sonnenstrahlen krystallisirt ein Salzgemisch heraus, aus welchem eine einfache Lösung das bekannte Salz der Chemiker ausziehen kann, nämlich das Doppelsalz der schwefelsauren Kali-Magnesia mit 6 äquivalenten Wasser, wovon die obige Saline von 200 Hectaren diesem Jahre gegen 200,000 Kilogramme geliefert hat. Diese enthalten 90,000 Kilogramme reines schwefelsaures Kali.

Aber diese, wenn auch beträchtliche Menge ist nur die Hälfte der, welche die Analyse in den Laugen angiebt. Die andere Hälfte bleibt in denselben zurück; sie könnte durch eine Abdampfung mittelst Feuers davon getrennt werden, wodurch sie als Doppelsalz von Chlorkalium und Chlormagnesium erhalten würde. Man will sie indessen auf anderm Wege gewinnen.

Der Besitzer einer Grube von unreiner schwefelsaurer Thonerde verschafft sich das schwefelsaure Kali, indem er seine schwefelsaure Thonerde durch Umwandlung in Alaun krystallisirt und abtrocknet. Der Besitzer eines Werkes von unreiner Pottasche muss umgekehrt das Umgekehrte thun, und in Kurzem bedecken sich die-

selben Salztafeln, auf denen sich nach einander Salz, schwefelsaure Magnesia, schwefelsaures Kali und schwefelsaures Natron abgesetzt haben, mit Alaun.

Sobald man das schwefelsaure Kali in grossen Mengen aus dem Meerwasser gezogen hat, ist es leicht, dasselbe durch das gewöhnliche Verfahren, welches zur Bereitung der künstlichen Soda dient, in kohlensaures Kali überzuführen. Die Methode ist in den Vogesen bereits angewandt worden, und ich bin überzeugt, dass die Fabrication der künstlichen Pottasche ein Verfahren sein wird, welches der Soda auf gleicher Höhe stehen und in der Bereitung Salpeters, des Alauns und des Glases ein Product ersetzen wird, dessen allmähliges Verschwinden mehrere Gewerbszweige unruhigen anfang.

Die Pottasche, welche Frankreich in verschiedenen Fabriken verbraucht, übersteigt, auf schwefelsaures Kali berechnet, 5,000,000 Kilogramme. Da nun 200 Hectaren 180,000 Kilogramme liefern können, so brauchten zur Gewinnung dieser 5 Millionen Pottasche die Verdunstung des Meerwassers höchstens 5—6000 Hectaren ausgerechnet zu werden. Man sieht hieraus, dass Frankreich, wenn es seinen Bedarf an schwefelsaurem Natron einst durch das gewöhnliche Verfahren deckt, viermal mehr Pottasche liefern wird, als es verbraucht, und dass es umgekehrt eine grosse Menge nach Russland und Amerika auszuführen im Stande ist.

Diese Zeit ist vielleicht nicht fern und einige grosse Salinenbesitzer von Salinen im Süden haben dieses neue Verfahren der Saline von 200 Hectaren, von der ich gesprochen habe, einer Bedachtsamkeit und Umsicht geprüft, welche ich weitaus entfernt bin, zu tadeln. Sie haben nach dieser Prüfung aber angestanden, beträchtliche Summen zusammen zu bringen, um jenes Verfahren auf einer Fläche von 2000 Hectaren in Anwendung zu bringen. Dieselbe hat ihre Thätigkeit bereits in diesem Jahre begonnen, wird sie aber erst im nächsten Sommer vollständig entwickeln.

Die Academie wird nach dieser Auseinandersetzung, so wie ich, ihr Urtheil nicht dahin abgeben, als hätte ich sie mit übertriebenen oder weniger gerechten Hoffnungen, mit mehr oder weniger glücklichem Herumtappen unterhalten wollen, sondern dass es sich um einen neuen Gewerbszweig handelt, welcher, kann

Leben getreten, schnell aufblüht und bereits seine Früchte zu tragen beginnt.

Denn es sei mir erlaubt, zu sagen, dass Alles diess von meiner Seite eine grosse Ausdauer und eine lange Zeit, die ich aber keineswegs für verloren halte, erfordert hat.

Die Wissenschaft scheint mir nicht blos die Aufgabe zu haben, in dem Menschen dasjenige Bedürfniss zu befriedigen, welches die edelste seiner Gaben bezeichnet, nämlich das, Alles zu erkennen, Allem bis auf den Grund nachzugehen; sie hat noch eine zweite, die ohne Zweifel weniger glänzend, aber vielleicht sittlicher, ich möchte sagen heiliger als die erste ist. Diese zweite Aufgabe besteht darin, dass sie die Herrschaft gewinnt über die Naturkräfte, dass sie mit Hülfe derselben die Production vermehrt und so die Menschen durch die Verallgemeinerung des Wohlstandes dem Verhältnisse der Gleichheit näher führt. Wenn ich sie zur dienenden Magd für die Erschaffung und Vervollkommnung dieses neuen Gewerbszweiges machte, so glaube ich darum von meinem bisher verfolgten Wege nicht abgewichen zu sein. In diesem Augenblicke, da ich für immer zu den rein wissenschaftlichen Studien, zu denen meine Neigung mich treibt, zurückkehre, bedaure ich, ich gestehe es, die Zeit nicht, welche dieser Gewerbszweig mir gekostet hat.

Schliesslich sollen die folgenden Zahlen den Gewinn, der für Frankreich daraus erwächst, nachweisen.

Die Fabrication des schwefelsauren Natrons kostet Frankreich an Schwefel und Salpeter ungefähr 2 Millionen Francs: sie wird es nicht mehr kosten.

Es erhält jährlich mehr als 3 Millionen Kilogramme Pottasche: es wird sie nicht mehr erhalten.

Vor einigen Jahren drohte ein durch List bewirkter übertriebener Aufschlag auf den Schwefel für Europa ein gewerbliches Unglück herbeizuführen: eine solche Krisis wird unmöglich sein.

Die aus dem Meerwasser gewonnene Soda und Pottasche werden, die Ausfuhr ungerechnet, in den innern commerciellen Umsatz mit einem Werthe von 8—10 Millionen Francs eintreten, welche den dem äussern Anscheine nach gleichsam enterbten Landstrichen, welche sie erzeugen, einen Theil von der Wohlhabenheit, welche die Natur ihnen scheinbar versagt hat, verleihen werden.

## LII.

## Ueber das Leuchten des Phosphors.

Vorgelesen in der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Ge-  
den 18. Juni 1845.

Vom

Prof. **Fischer** in Breslau.

Zu den ausgezeichneten Eigenschaften des Phosphors, die er sich von allen andern einfachen Stoffen unterscheidet, gehört das Leuchten desselben an der Luft. Ueber die Natur dieser Erscheinung, die Bedingungen derselben, so wie über das dabei gebildete Product, ist keineswegs Alles im Klaren und auch der Chemiker einer Ansicht. Bei Gelegenheit meiner Untersuchungen im vorigen Winter, über das sogenannte Ozon, bei welchen ich auch einige Versuche über das Verhalten dieses Stoffes in atmosphärischer und in Sauerstoffluft anstellen musste, habe ich manche Erscheinungen wahrgenommen, die nicht bloss den bisherigen Angaben, sondern auch sich selbst zu widersprechen scheinen. Ich entschloss mich daher, den Gegenstand einer neuen Untersuchung zu unterwerfen, wozu ich mir aber, um mit Sicherheit die geringste Phosphorescenz noch wahrnehmen zu können, ein vollkommen finsternes Gemach in dem Laboratorium einrichten musste, was erst medio April zu Stande kam. In diesem Gemach theile ich die Ergebnisse sehr zahlreicher Versuche hier mittheile, und ich den Grund und das Wesen dieser interessanten Erscheinung vollkommen klar dargelegt zu haben.

Die bisherige sehr verschiedene, ja entgegengesetzte Ansicht der Naturforscher über dieses Phänomen ist folgende: Nach einem Theile ist das Leuchten eine die Oxydation des Phosphors bedingende Erscheinung, gleichsam ein schwaches Verbrennen. Nach dem andern, für die sich besonders Berzelius erklärt hat, ist dieses Leuchten nur in Folge des Verdunstens des Phosphors statt, wie diess auch beim Schwefel der Fall ist. Als Gegenargument für diese und gegen jene Ansicht wird angeführt, dass bei dem Leuchten die Temperatur nicht merklich erhöht wird, es doch als Folge der Oxydation sein müsste; dass, im Finstern gesehen, der beim Aussetzen an die Luft den Phosphor begleitende weisse Rauch es eigentlich ist, welcher leuchtet (nicht

Phosphor selbst), ganz so wie beim Schwefeldampf. Die geringe Temperaturerhöhung, die hier (dennoch) stattfindet, rührt davon her, dass sich dieser Phosphordampf oxydirt.

- Diese Wärme-Entwicklung ist demnach ganz getrennt von der Licht-Entwicklung, was vorzüglich dadurch bewiesen wird, dass der Phosphor auch in Wasserstoff- und Stickgas, so wie auch im luftleeren Raume leuchtet. „Dieses Leuchten des Phosphors dauert nur so lange, bis der Raum so viel gasförmigen Phosphor enthält, als dem Verdunstungsvermögen desselben bei dieser Temperatur entspricht. Hat er bei einer niedrigen Temperatur zu leuchten aufgehört, so fängt er zu leuchten wieder an, wenn die Temperatur langsam erhöht wird.“ (Berzelius's Handbuch, 5. Aufl. Bd. I. S. 195 und 196.)

Nach allem diesen fügt Berzelius hinzu: „Aber beim Leuchten des Phosphors finden noch viele Sonderbarkeiten statt, die wir noch nicht erklären können.“ Dahin rechnet er, dass Phosphor am besten von allen Gasarten im Stickgas leuchtet, dass er in allen Gasarten und gasförmigen Körpern nicht nur nicht leuchtet, sondern dass sie, in geringer Menge den Gasen beigemengt, das Leuchtvermögen unterbrechen. Aus dem Aufgestellten geht hervor, dass nach der ersten Ansicht, dass das Leuchten in andern Gasarten als in der atmosphärischen Sauerstoffluft stattfindet, wie ein solches in Stick- und Wasserstoffgas beobachtet worden ist, es nur vermittelt eines (geringen) Gehalts von Sauerstoff möglich sei, und dass nach der zweiten in den Gasarten, in welchen der Phosphor nicht leuchtet, auch kein Verdampfen desselben stattfinden kann.

Bevor ich die Versuche mittheile, die für die Richtigkeit der ersten oder der andern Ansicht sprechen, sind noch die Umstände anzugeben, welche mehr oder weniger von Einfluss auf das Phänomen selbst sind, d. h. ob das Leuchten stattfindet oder nicht, wie stark oder schwach es ist und wie lange es in einem abgeschlossenen Luftraume dauert, so wie endlich, von welcher Art das dabei gebildete Product ist.

Wie längst bekannt, ist eine bestimmte Temperatur erforderlich, um dieses Phänomen zu zeigen, so dass es bei einem niedrigen Grade nicht erfolgt. Für die atmosphärische Luft wird es auf einige Grade unter 0°, für Sauerstoffluft auf 24° festge-

stellt. Es versteht sich von selbst, dass der Grad des I mit der erhöhten Temperatur zunimmt.

Ein zweiter Umstand, der bisher unberücksichtigt ist und der einen nicht geringen Einfluss auf das Leuchten ist die Beschaffenheit der Luft, ob sie trocken oder wasserdampfig angewandt wird.

Bei den Versuchen in Gefässen, deren untere Oeffnung mit Wasser gesperrt ist, ist auch von Einfluss die Weite der Oeffnung und die Entfernung derselben von dem Stande des Phosphors in dem Gefässe. Je weiter diese Oeffnung und je tiefer das Wasser in derselben, desto energischer wird auch das Leuchten sein. Von der Beschaffenheit des Phosphors selbst hängt in sofern auch das Leuchten ab, als es bei reiner Oberfläche sofort stattfindet, oder erst nach kürzerer oder längerer Zeit, wenn sie durch die Wirkung des Phosphors unter Wasser mit einer mehr oder weniger starken, weissen Rinde überzogen, oder wenn sie durch die Wirkung des Sonnenlichts roth gefärbt ist.

Unter Berücksichtigung dieser Umstände wurden Versuche mit atmosphärischer, mit Sauerstoff-, Wasserstoff-, Kohlensäure-, Luft, mit mehreren andern Luftarten und auch im Vacuum angestellt, aus welchen folgende Resultate sich ergaben:

### *I. Verhalten des Phosphors in atmosphärischer Luft*

1) In freier Luft findet das Leuchten stets mit Rauche bei jeder Temperatur über 0°, und ohne Rauchen noch bei niedrigeren Temperaturen. In einer noch niedrigeren Temperatur leuchtet er nicht mehr. Daher leuchtend dieser Temperatur ausgesetzt, so vermag das Leuchten nicht aufzuhalten. Ein Aufhören des Leuchtens bei noch vorhandenem Phosphor bei angemessener Temperatur kann hier nur dann eintreten, wenn dabei gebildete flüssige Säure den Phosphor umhüllt, was bei höherer als bei niedrigerer Temperatur eintreten kann. Auch wenn der Phosphor, dem Sonnenlichte ausgesetzt, mit einer rothen Rinde sich überzieht. Wie langsam unter den gegebenen Umständen der Phosphor oxydirt wird, geht aus folgenden Versuchen hervor:

Ein Stückchen Phosphor, 1 Gran schwer, wurde in ein Uhrgläschen dergestalt gelegt, dass die gebildete

musste, und einer Temperatur von  $20^{\circ}$  ausgesetzt. Nach 3 Tagen war der Phosphor ganz verschwunden.

In Gefässen (Flaschen, Cylindern oder Röhren), in welchen Phosphor entweder am Boden oder an den Wänden anhängt, oder vermittelt eines Glasstabes gehalten wird, wenn die untere Oeffnung mit Wasser gesperrt ist, findet das mit starkem Rauchen, der Temperatur gemäss, statt, dasselbe Verhältniss steigt auch das Wasser in die Höhe, wenn das Leuchten aufhört, der Stand des Wassers die Höhe anzeigt, die dem Sauerstoffgehalte der Luft entspricht, und von dem Volumen des Gefässes. Die Zeit, wenn das Leuchten aufhört, hängt von der Temperatur ab und steht, wie natürlich, in umgekehrtem Verhältniss mit derselben.

Von welchem Einfluss auch die oben angegebenen Umstände sind, zeigen folgende Versuche:

1. In einem 1 Zoll weiten und 7'' hohen Cylinder, in welchem Phosphor, auf einen Glasstab befestigt, in der Mitte stand, fand dieses bei  $20^{\circ}$  nach 3 Stunden statt (bei  $26^{\circ}$  schon nach 1 Stunde), während in einem andern Cylinder von  $\frac{1}{3}$  Zoll Weite und 6'' Höhe unter denselben Umständen es erst nach 10 Stunden, und in einem 3. Cylinder von  $\frac{2}{3}$ '' Weite und 10'' Höhe, in welchem der Phosphor an den Boden angeschmolzen, und nach 10'' entfernt von dem aufsteigenden Wasser war, erst nach 10 Tagen stattfand.

Eben so wie in 2, aber mit Quecksilber gesperrt, ist das Leuchten unter gleichen Umständen weit schwächer und ohne Rauch, vorausgesetzt, dass die Luft und der Phosphor vorher getrocknet war und zwar in dem gewöhnlichen Sinne genommen, ohne erst trocknende Mittel angewandt zu haben. Dabei ist das Steigen des Quecksilbers so unbedeutend, dass es selbst in den günstigsten Umständen in Hinsicht der Weite und Höhe des Cylinders etc. und bei einer Temperatur von  $20^{\circ}$  nach 10 Stunden kaum eine Linie betrug, und kaum wahrnehmbar war, wenn die Luft vorher durch Chlorcalcium und eben so der Phosphor durch dasselbe Salz, mit dem er 24 Stunden lang, in einer Glasflasche verschlossen, aufbewahrt war, vollkommen getrocknet war.

Als nach mehreren Tagen der Stand des Quecksilbers sich nicht merklich änderte, wurde eine geringe Menge Wasser in den Cylinder durch das Quecksilber gelassen, aber auch dieses war nur von geringem Einfluss auf das Steigen des Quecksilbers, so dass es bei der Temperatur von 20 bis 30° nach 6 Wochen fort dauernden, aber, wie angegeben, schwachen Leuchtens nur wenige Linien über dem Niveau stand.

4) In verschlossenen Gefässen \*). (Mit seltenen Ausnahmen sind diese Versuche in Flaschen von ungefähr 10 Zoll Inhalt gestellt worden.)

Bei der Gegenwart von Wasser, d. h. wenn die Luft oder die Wände der Flasche nass waren, oder wenn der Phosphor, unmittelbar aus dem Wasser genommen, angewandt worden ist, leuchtet anfangs das Leuchten in eben dem Grade, wie unter sonst gleichen Umständen in 2, und zwar ebenfalls von Rauchen begleitet, statt; dieses Rauchen hört jedoch nach kürzerer oder längerer Zeit auf, was von dem Wassergehalte abhängt, während das Leuchten noch lange fort dauert.

In trockner Luft findet das Leuchten des trocknen Phosphors ohne alles Rauchen statt und ist weit schwächer als in nasser Luft.

Unter sonst gleichen Umständen hörte das Leuchten in der Flasche, wo zugleich etwas Wasser war, schon am 4. Tage gänzlich auf, während es in der mit trockner Luft und trockenem Phosphor nach 6 Wochen noch fort dauert.

So wie unter 1—3, so ist auch hier das Leuchten nur am Phosphor selbst und der ihn unmittelbar umgebenden Atmosphäre wahrnehmbar und nicht an dem ausströmenden Rauche; wohl aber wird dieser bei starkem Leuchten des Phosphors selbst *erleuchtet*, so dass man leicht getäuscht werden und glauben kann, der Rauch selbst leuchte. Hingegen erhebt sich, wenn das Leuchten schon lange gedauert, von Zeit zu Zeit eine leuchtende Atmosphäre von dem Phosphor, welche bald wieder verlöscht.

Wird die Flasche, in welcher der Phosphor in nasser Luft zu leuchten *aufgehört* hat, unter Wasser geöffnet, so steigt das Wasser dergestalt in die Höhe, dass es den Raum des Sauerstoffgehaltes einnimmt.

---

\*) Das Verschliessen muss hier mit der grössten Sorgfalt vorgenommen werden, um sicher zu sein, dass nicht das geringste Eindringen der atmosphärischen Luft stattfinden kann.

In die Flasche mit trockner Luft, in welcher das Leuchten nach 6 Wochen noch nicht *aufgehört* hat, dringt nur eine sehr geringe Menge Wasser ein.

## II. *Verhalten des Phosphors in Sauerstoffgas.*

Im Allgemeinen ist dieses ganz ähnlich dem Verhalten in der atmosphärischen Luft, sowohl in verschlossenen als mit Quecksilber und mit Wasser gesperrten Gefässen, nur mit dem Unterschied, dass dazu eine weit höhere Temperatur erforderlich und das Leuchten selbst weit heller ist. Die Temperatur, bei welcher hier das Leuchten stattfindet, ist ungefähr  $20^{\circ}$ , aber das angefangene Leuchten hört bei einer Abkühlung bis zu  $16$  oder  $14^{\circ}$  nicht sogleich auf, sondern wird nur viel schwächer und verlöscht erst nach vielen Stunden. Dagegen findet hier bei der angegebenen Temperatur von  $20^{\circ}$  und selbst bei  $25^{\circ}$  in verschlossenen oder mit Quecksilber gesperrten Gefässen kein continuirliches, gleichmässiges Leuchten, wie in der atmosphärischen Luft, sondern ein periodisches statt, dergestalt, dass das Leuchten mit dem Verlöschen oder, genau gesehen, ein helles Leuchten mit einem sehr schwachen abwechselt, wobei sehr oft von dem Phosphor eine leuchtende Atmosphäre ausströmt. Besonders ist dieses der Fall, wenn während der Periode des schwachen Leuchtens eine höhere Temperatur einwirkt, welches leicht durch das Berühren derjenigen Stelle der Flasche, an der der Phosphor anliegt, mit der Hand hervorgebracht werden kann. Dem stärkeren Leuchten geht dann immer die leuchtende Atmosphäre voran. Dieselbe Erscheinung kann daher auch hervorgebracht werden, wenn der Phosphor bei einer niedrigen Temperatur von  $10 - 12^{\circ}$  gar nicht leuchtet und die Flasche dann durch die Hand erwärmt wird. Ehe der Phosphor zu leuchten anfängt, erhebt sich die leuchtende Atmosphäre, und während diese schnell wieder verlöscht, leuchtet jetzt der Phosphor so lange fort, bis die Temperatur zu dem Grade abgekühlt ist, bei welchem er nicht mehr leuchtet.

Auch hier wird durch die Gegenwart des Wassers das Leuchten sehr begünstigt, so dass es energischer als in der trocknen oder mit Quecksilber gesperrten Luft ist, ja sogar bei einer um mehrere Grade niedrigeren Temperatur noch fort dauert. Mit Wasser gesperrt, ist das Leuchten bei angemessener Temperatur

ununterbrochen. Dabei findet eine so bedeutende Temperaturerhöhung statt, dass, wenn der Versuch bei 25° gemacht wird, nach Verlauf von  $\frac{1}{2}$  bis ganzen Stunde der Phosphor nicht blos schmilzt, sondern sich zugleich entzündet. Eine Wirkung, die auch schnell hervorgebracht werden kann, wenn der Cylinder einige Zeit in der Hand gehalten wird.

In verschlossenen oder mit Quecksilber gesperrten Gefässen wird durch das Halten in der Hand, auch eine längere Zeit hindurch, das Entzünden nicht bewirkt. Der Grund davon ist, dass beim Sperrren mit Wasser, durch die stattfindende Erwärmung, die Luft bedeutend ausgedehnt, d. h. verdünnt wird, welches das Entzünden so sehr begünstigt; in verschlossenen oder mit Quecksilber gesperrten Gefässen hingegen findet keine, oder nur eine sehr unbedeutende Verdünnung statt.

Ungeachtet des stärkeren Leuchtens steigt dennoch das Wasser hier weit langsamer in die Höhe als in der atmosphärischen Luft, vorausgesetzt, dass die Temperatur nicht viel höher als 20° steigt, was dadurch leicht zu bewirken ist, dass der Cylinder in ein weites und hohes Gefäss mit Wasser von 18 — 20° dergestalt gestellt wird, dass das äussere Sperrwasser ihn möglichst hoch umgiebt.

### III. *Verhalten des Phosphors im luftleeren Raume.*

In der *Torricelli'schen Leere* findet nicht das geringste Leuchten statt, selbst dann nicht, wenn der Phosphor darin bis zum Kochen erhitzt wird (in welchem Falle der dunstförmige Phosphor sich am oberen Theile der Röhre zum Theil in kleinen Krystallen anlegt).

Nach diesen Versuchen wäre es wohl mehr als wahrscheinlich, dass das Leuchten nur das Oxydiren begleite, wenn nicht

IV. *das Verhalten des Phosphors in Wasserstoff- und Stickluft* einem solchen Resultate vollkommen widerspräche. Dieses Verhalten nämlich ist von der Art, dass der Phosphor, wie bekannt, auch in diesen Luftarten, so wie nach meinen Versuchen auch in kohlensaurem, Kohlenoxyd-, Stickoxydul- und Cyan-Gas leuchtet\*), und zwar ebenfalls stärker beim feuchten als trocknen

---

\*) Stickoxydgas verhindert, wie schweflige Säure, auch in geringer Menge das Leuchten.

**Zustand dieser Luftarten.** Nur findet hier der wesentliche Unterschied statt, dass die Dauer des Leuchtens, welche bei diesen verschiedenen Luftarten, ja bei einer und derselben in verschiedenen Versuchen, verschieden, bei allen kürzer als in der atmosphärischen Luft ist.

So z. B. hörte es in Wasserstoffgas schon nach 2 Stunden auf, während es in einer gleich grossen Flasche mit atmosphärischer Luft unter gleichen Umständen mehrere Wochen fort dauerte. Eben so steigt hier das Wasser, wenn das Leuchten aufgehört, nur äusserst wenig in die Flasche, da es hingegen beim Versuch mit feuchter atmosphärischer Luft, wie angegeben, den Raum des Sauerstoffgehalts einnimmt.

Nach dieser wesentlichen Verschiedenheit ist man wohl berechtigt anzunehmen, dass das Leuchten in diesen Luftarten nur von einem grösseren oder kleineren Gehalt an Sauerstoff, d. h. an atmosphärischer Luft herrührt. Wie schwer ein solcher Gehalt von atmosphärischer Luft bei der gewöhnlichen Darstellung dieser Luftarten und besonders bei der Leitung derselben aus einem Gefäss, in welchem sie dargestellt werden, in ein anderes zu vermeiden sei, ist leicht einzusehen.

Und welch eine lange Zeit hindurch eine sehr geringe Menge Sauerstoff das Leuchten des Phosphors unterhalten kann, geht schon aus den angegebenen Versuchen mit atmosphärischer Luft ad 1 und besonders aus dem ad 4 hervor, nach welchem nach 6wöchentlichem Leuchten des Phosphors beim Oeffnen der Flasche unter Wasser nur wenige Tropfen davon hineindringen.

Um aber hierüber vollkommene Gewissheit zu erhalten, mussten Versuche mit solchen Luftarten, Wasserstoff-, Stickluft u. s. w. angestellt werden, welche keine Spur von Sauerstoff enthalten, und, da dieses bei der gewöhnlichen noch so sorgfältigen Darstellung derselben nicht anzunehmen ist, Mittel angewandt werden, um ihnen jede Spur von Sauerstoff zu entziehen. Dazu schien mir zunächst Kalium am besten geeignet.

In eine mit (gewöhnlich) trockenem Wasserstoffgas gefüllte Flasche wurden einige Kugeln Kalium, welche von Petroleum sorgfältig gereinigt waren \*), unter Quecksilber gethan, acht

---

\*) Dieses sorgfältige Reinigen ist aus dem Grunde nöthig, weil das Petroleum zu denjenigen Substanzen gehört, welche auch in geringer Menge das Leuchten verhindern.

Tage stehen gelassen und dann Phosphor in die Flasche gebracht. Es fand nicht das geringste Leuchten statt.

Dasselbe war auch der Fall, nachdem Kalium auf das Stickgas eingewirkt hatte.

Nach diesen beiden Resultaten glaubte ich überhoben zu sein, auch noch mit den andern Luftarten, wie mit Kohlensäure u. s. w., in welchen ich ebenfalls das Leuchten wahrgenommen habe, diese Versuche mit Kalium vornehmen zu müssen. Dagegen erhielt ich denselben negativen Erfolg, als ich die atmosphärische Luft einer solchen Einwirkung des Kaliums aussetzte, wie der folgende Versuch zeigt.

In eine Flasche mit atmosphärischer Luft wurden mehrere Kugeln gereinigtes Kalium gethan, die Oeffnung mit Quecksilber gesperrt und so lange stehen gelassen, als das Quecksilber in die Höhe stieg, d. h. bis aller Sauerstoff mit dem Kalium verbunden war \*). Phosphor, durch das Quecksilber in diese Luft gebracht, leuchtete nicht im geringsten.

Uebrigens bedarf es zu dieser Reinigung irgend einer Luft von Sauerstoff und namentlich zur Darstellung der reinen Stickluft aus der atmosphärischen nicht des kostbaren Kaliums, sondern kann dazu jedes leicht oxydirbare Metall angewandt werden, nur muss dann die Luft etwas Wasser zugesetzt erhalten. Am besten eignet sich dazu das Blei als frisch geschabte Späne, welche ziemlich schnell unter Mitwirkung des Wassers allen Sauerstoff absorbirt und Oxydhydrat bildet (s. meine Schrift über d. Verh. d. chem. Verwandtschaft u. s. w. S. 167) \*\*). Bei den andern Metallen, wie Eisen, Zink, ist zu besorgen, dass bei ihrer unreinen Beschaffenheit sich zugleich eine luftartige Substanz, z. B. Kohlenwasserstoff, bilden könnte, welche das Leuchten verhindert. Hingegen kann derselbe Zweck auch mit einem Eisenoxydulsal erreicht werden, welches, in Wasser gelöst, ebenfalls, obgleich sehr langsam, allen Sauerstoff absorbirt.

---

\*) Dieses geht nur sehr langsam von Statten, so dass es in einer Flasche von 10" Inhalt an 8 Tage gedauert hat. Der Grund ist, dass die auf der Oberfläche gebildete Kali die fernere Oxydation des Metalles hemmt. Daher natürlich durch eine grössere Menge Metallkugeln dieses Entziehen alles Sauerstoffes auch weit schneller bewirkt werden wird.

\*\*) Doch sind zum Entziehen alles Sauerstoffes, bei einem Luftvolumen von 10", an 12—14 Tage Zeit erforderlich.

Nach diesem ist es vollkommen bewiesen, dass das Leuchten ein das Oxydiren begleitendes Phänomen ist und daher nur in Luftarten, welche Sauerstoffgas enthalten, und nur so lange als sie es enthalten, wahrgenommen werden kann. Zugleich widerlegt das Dargestellte alle Gründe, welche oben gegen diese Ansicht und zu Gunsten der Verdunstungstheorie aufgestellt worden sind. Was besonders die Behauptung betrifft, dass, wenn das Leuchten bei niedriger Temperatur aufgehört hat, es wieder bei einer höheren zum Vorschein kommt, so ist sie ganz ungegründet. Vorausgesetzt, dass die niedrige Temperatur nicht den Grad erreicht hat, bei welchem überhaupt das Leuchten nicht stattfindet, so hört es durchaus nicht auf, so lange Sauerstoff noch gegenwärtig ist. Doch kann es bei einer verhältnissmässig niedrigen Temperatur, und wenn blos noch Spuren von Sauerstoff da sind, so schwach werden, dass es nur bei vollkommener Finsterniss und erst nach einiger Zeit, deren Länge von der Beschaffenheit des Auges abhängt, wahrgenommen werden kann. Hat aber das Leuchten bei einer angemessenen Temperatur von etwa  $16^{\circ}$  vollkommen aufgehört, so kann es in allen den angegebenen Luftarten — mit Ausnahme des Sauerstoffgases — durch keine Temperaturerhöhung wieder bewirkt werden. Der directe Beweis aber, dass das Verdunsten ohne alles Leuchten und ohne alle Beziehung zu demselben steht, geht aus dem

*V. Verhalten aller dieser Luftarten zur atmosphärischen Luft* hervor, nachdem der Phosphor darin bis zum Verlöschen geleuchtet hat.

Wird nämlich die Flasche oder der Cylinder etc., in welcher der Phosphor bis zum Verlöschen geleuchtet hat, nach einiger Zeit an der Luft geöffnet oder aus dem Sperrwasser gezogen, so füllt sich der ganze innere Raum des Gefässes mit einer hellleuchtenden Atmosphäre, die nach kurzer Zeit wieder verlöscht. Diese überraschende Erscheinung findet gleich gut statt, wenn der Phosphor noch in dem Gefässe sich befindet, oder wenn er zuvor herausgenommen worden ist. Im ersteren Falle jedoch wird mit der leuchtenden Atmosphäre der Phosphor selbst wieder leuchtend. Man kann daher, wenn der Phosphor darin bleibt, zu wiederholten Malen dieses schöne Phänomen hervorbringen, da immer nach einiger Zeit, nachdem der Phosphor zu leuchten aufgehört, eine

solche Phosphoratosphäre sich bildet, die in Berührung mit atm. Luft leuchtet. Die Zeit, welche zur Bildung dieser sphäre erforderlich ist, hängt ebenfalls von der Temperatur von der Gegenwart des Wassers, zugleich aber auch von dem Volumen der Gefässe ab. Im Allgemeinen war unter günstigen Umständen bei einem Gefässe von 10" Inhalt schon nach 3—4 Tagen, nachdem der Phosphor nicht mehr leuchtete, der Raum des Gefässes mit der Phosphoratosphäre gefüllt\*). Beim Öffnen an der Luft findet augenblicklich das schöne Leuchten und zwar unmittelbar an der Oeffnung, von wo es sich dem ganzen Raume mittheilt. Wird das Gefäss schnell wieder verschlossen, dauert das nunmehrige Leuchten des Phosphors nur kurze Zeit, dass nach wenigen Stunden schon beim Öffnen des Gefässes wieder die leuchtende Atmosphäre erscheint. Wie angegeben, tritt diese Erscheinung in allen Luftarten statt, in welchen Phosphor bis zum Verlöschen geleuchtet hat, so wie natürlich in allen diesen Luftarten, Wasserstoff-, Stickluft etc., die vollkommen befreit von Sauerstoff worden sind und in denen daher gar kein Leuchten stattgefunden hat, ausgenommen in Sauerstoffgas; doch ist diese Erscheinung am schönsten beim Wasserstoffgas, indem zugleich bei dem leisesten Lüften des Phosphors ein blitzähnliches Entzünden entsteht, welches sich *der ganzen Atmosphäre mittheilt*.

Die Theorie dieses Processes, wie sie aus diesen Thatsachen hervorgeht, ist folgende: So wie sich der Phosphor bei hoher Temperatur unter starker Flamme, so oxydirt er sich bei niedriger Temperatur unter Leuchten, dieses Leuchten kann daher in allen Luftarten, welche Sauerstoff — aber nicht chemisch gebunden enthalten, vor sich gehen, demnach in Sauerstoff und in atmosphärischer Luft, so wie in allen Luftarten, die mit atmosphärischer oder Sauerstoffluft verunreinigt sind. So lange das Leuchten stattfindet, d. h. so lange Sauerstoff gegenwärtig ist, kann natürlich die eingeschlossene Luft keinen Phosphordunst enthalten, hingegen aller Sauerstoff absorbirt, d. h. hat der Phosphor bei angemessener Temperatur zu leuchten aufgehört, so verdunstet er der herrschenden Temperatur gemäss, und die angewandte

---

\*) Doch scheint auch die Natur der Luft von Einfluss auf die erforderliche Zeit zu sein, so dass in Wasserstoffgas diese Atmosphäre am schnellsten gebildet wird.

Sauerstoff-, Stickluft etc., enthält das Phosphorgas aufgelöst. Beim Oeffnen an der Luft leuchtet daher die ganze Atmosphäre des Glases, indem der Sauerstoff der atmosphärischen Luft unmittelbar mit allem gasförmigen Phosphor sich verbindet. Der Grund, warum in Sauerstoffluft selbst keine leuchtende Atmosphäre sich bilden kann, ist nach diesem leicht einzusehen, eben so dass in Sauerstofffreien Luftarten ohne ein vorhergehendes Leuchten des Phosphors eine solche leuchtende Atmosphäre sich bildet. Das Leuchten des Phosphors beruht auf der Verbindung des während des Leuchtens gebildeten Products mit Wasser und kann daher nur in der Gegenwart von Wasser entstehen. Diesem nach setzt das Rauchen nothwendig das Leuchten voraus, nicht aber umgekehrt dieses jenes, vielmehr findet das Leuchten ohne alles Rauchen statt, sobald Luft und Phosphor vollkommen trocken sind, nur wenn nach langem Leuchten das gegenwärtige Wasser mit dem gebildeten Product vollkommen gesättigt ist. Indem das Product des Leuchtens jedenfalls unmittelbar gebildet luftförmig und in der angewandten Luft aufgelöst bleibt, so verzögert es nur mehr das fernere Oxydiren des Phosphors, welches aber durch die Gegenwart des Wassers, indem dieses das luftförmige Product auflöst, sehr gefördert wird.

#### VI. Ueber die Natur des Products.

Dass dieses ein Oxyd, im weitesten Sinne des Worts, sein muss, hat sich aus dem Bisherigen mit Nothwendigkeit ergeben; die Frage ist nun, von welcher Natur dieses Oxyd ist.

An freier Luft gebildet, ist es zwar, wie bekannt, ein Gemisch von Phosphor- und phosphoriger Säure, die sogenannte phosphorige Säure, wobei aber schon von Mehreren der Zweifel ausgeprochen worden ist, ob die erstere auch unmittelbar und nicht vielmehr durch die fernere Einwirkung der Luft auf die erzeugte phosphorige Säure gebildet werde? (Man könnte aber auch umgekehrt die Frage stellen, ob nicht die phosphorige Säure durch die Einwirkung des Phosphors auf die gebildete Phosphorsäure erzeugt werde?) Viele Versuche, die ich angestellt habe, um hierüber zu einem Schluss zu erhalten, gaben zwar zum Resultat, dass das Product aus beiden Säuren bestehe, wie aus dem Verhalten zu den Reagentien hervorgeht, ohne jedoch darüber zu entscheiden, ob es unmittelbar, oder wenn diess nicht der Fall ist, welche primär

und welche secundär erzeugt werde. Das Eine geht jedoch aus hervor, dass, unter verschiedenen Umständen dargestellte quantitative Verhältniss derselben sehr verschieden ausfällt aus wenigstens wahrscheinlich wird, dass die eine oder die Säure kein unmittelbares Product sei.

Zu den Reagentien, die verschieden auf diese beiden so wie zugleich auf die unterphosphorige einwirken, geht

### 1) *Die Silberauflösung* — salpetersaure oder schweflige

Mit dieser bildet die phosphorige Säure keinen Niederschlag, färbt aber die Flüssigkeit bald bräunlich schwarz und scheidet nach längerer Zeit metallisches Silber ab.

Die unterphosphorige bildet einen weissen Niederschlag, der sich bald schön braunroth und später schwarz nach einiger Zeit ebenfalls metallisches Silber absetzt.

Die Phosphorsäure als *c*-Modification bringt, wie die andere keine Veränderung hervor, während *a*- oder *b*-Modification einen weissen Niederschlag bewirkt.

### 2) *Quecksilberchloridlösung.*

Sowohl die unterphosphorige als die phosphorige Säure lösen daraus das Chlorür ab, die erstere auch bei gelinder Temperatur nach kurzer Zeit und selbst bei eingeengter Menge der Säure, die letztere hingegen, wenn nicht im Ueberschuss angewandt worden ist, erst beim Erhitzen. Durch beide wird bei fortgesetzter Einwirkung dem Chlorür das Metall abgeschieden, bei der unterphosphorigen Säure erfolgt dieses schon beim gelinden Erhitzen, bei der phosphorigen erst beim Kochen.

Die Phosphorsäure wirkt in allen Modificationen nicht.

### 3) *Selenige und schweflige Säure.*

Beide Säuren werden sowohl von der unterphosphorigen als phosphorigen Säure reducirt; die selenige von der phosphorigen ziemlich schnell und vollständig, so dass ein reichlicher Niederschlag von rothem Selen entsteht, bei der phosphorigen erfolgt dieses langsam und nur zum Theil, so dass nur wenig Selen niederfällt.

Das Umgekehrte findet bei der schwefligen Säure statt. Aus dieser schlägt die phosphorige Säure schnell und viel Schwefel nieder, daher mit gelber Farbe, die unterphosphorige nur wenig und mit weisser Farbe. Die Phosphorsäure wirkt nicht.

Da bei all dieser Verschiedenheit die Natur der Wirkung dennoch dieselbe und daher nur dem Grade oder der Zeitfolge nach verschieden ist, so sind diese Reagentien nicht geeignet, um die Gegenwart der phosphorigen Säure in der unterphosphorigen, oder umgekehrt, auszumitteln, wohl aber um auch eine sehr geringe Menge der einen wie der anderen in der Phosphorsäure zu erkennen, wozu sich am besten die Silberauflösung als das empfindlichste eignet. In allen Versuchen mit den verschiedenen Luftarten, in welchen der Phosphor geleuchtet hatte, war das Verhalten, sowohl der wenigen Tropfen Flüssigkeit, in der verschlossenen Flasche mit feuchter Luft erhalten, als der grossen Menge Wasser, welches beim Sperren in die Flasche stieg, von der angegebenen Art, nämlich von einem Gemische von Phosphor und phosphoriger oder unterphosphoriger Säure. Und diess war selbst bei den Versuchen mit Sauerstoffgas der Fall. Dabei schien jedoch das Verhältniss der beiden Säuren in den verschiedenen Versuchen verschieden zu sein. Um mich davon näher zu überzeugen, stellte ich den Versuch zu ihrer Bildung in der gewöhnlichen Art an, nämlich durch Aussetzen des Phosphors an freie Luft, mit dem Unterschied jedoch, dass ich in dem einen Versuch den Hals des Trichters, worauf der Phosphor lag, in eine Flasche befestigte, welche zur Hälfte mit Wasser gefüllt war, und die rauchförmige Säure so lange zum Wasser strömen liess, bis es stark sauer schmeckte. In einem zweiten Versuche enthielt die Flasche Kalkwasser und das Einströmen der Säure fand so lange statt, bis der anfangs gebildete Niederschlag, phosphorsaure Kalkerde, sich vollkommen wieder aufgelöst hatte. Eine dritte Flasche enthielt Natronlösung, zu welcher so lange die Säure geleitet wurde, bis die Auflösung sauer reagierte, wobei bis auf eine geringe Menge des Natron als gebildetes Salz herauskrystallisirte.

Das Resultat war, dass zwar all diese Flüssigkeiten beide Säuren enthielten, aber das Wasser enthielt die grösste Menge phosphoriger Säure, geringer war die Menge im Kalkwasser und sehr gering in der Natronlösung.

(Dass Williamson im Kalkwasser nur Phosphorsäure keine phosphorige erhielt, s. Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. II S. 132, kann zur Bestätigung des Gesagten dienen, da bei seinen Versuche wieder ganz andere Umstände als bei dem meinigen walteten. Dabei muss zugleich bemerkt werden, dass er nicht so lange die Säure zu dem Kalkwasser hatte streichen lassen, die ausgeschiedene phosphorsaure Kalkerde wieder aufzulösen, es in meinem Versuche der Fall war, und dass er als Reagens zur Entdeckung der phosphorigen Säure bloß die Quecksilberchloridlösung angewandt hat, welche bei weitem nicht so empfindlich wie die Silberauflösung wirkt.)

Auch die Phosphorsäure war nicht von gleicher Art. In Wasser und Kalkwasser war sie von der  $\alpha$ - oder  $\beta$ -Modification der Natronlösung von der  $\gamma$ -Modification.

Hingegen bei allen Versuchen mit den abgesperrten Leitungen war sie immer von der  $\alpha$ -Modification.

Vielleicht, dass Versuche dieser Art, mit denen ich jetzt beschäftigt bin, etwas Entscheidenderes hierüber angeben werden.

### LIII.

## Ueber die Einwirkung der Kohle auf die metallischen Auflösungen.

Von

**A. Chevallier.**

(Compt. rend. T. XX. p. 1279.)

Man weiss, dass wir die Entdeckung der entfärbenden Eigenschaft der Pflanzenkohle Lowitz verdanken, dass die der thierischen Kohle durch Kels zuerst angekündigt \*) und durch Guier 1810 ausführlicher untersucht wurde, endlich dass sie Gegenstand sehr wichtiger Arbeiten ausmachte, welche Pay Bussy und Desfosses unternahmen, deren beide Erstere den Preis und Letzterer die *Médaille d'encouragement* von *Société de Pharmacie* zu Paris erhielten.

---

\*) Crell's Ann. 1792. I. 198.

Päyen machte die Beobachtung, dass die Kohle die Eigenschaft besäße, den Kalk und die Kalksalze aus ihren Auflösungen zu nehmen. Lassaigne bemerkte später \*), dass Kohle, mit Jodstücken und mit einer Jodlösung in Berührung gebracht, vollständig das Jod aufnähme, dass man keine Spur dieses Körpers in den damit behandelten Flüssigkeiten auffinden könne.

Berzelius hat sich gleichfalls mit der Einwirkung der Kohle beschäftigt, er drückt sich über diesen Gegenstand folgendermaßen aus \*\*):

„Man hat noch nicht mit gehöriger Sorgfalt untersucht, welche Körper aus ihrer Auflösung in Wasser von der Kohle abgeschieden werden, und welche gar nicht davon gefällt werden. Man glaubte lange, die Kohle äussere diese Wirkung nur auf Verbindungen organischen Ursprungs, und vorzüglich auf Farb- und Riechstoffe, wie Fernambuk, Cochenille, Lakmus, Indigo (in Schwefelsäure gelöst), die rothe Farbe des Weins, die braune Farbe, welche die Auflösungen von Salpeter, Zucker und Bernsteinsäure erhält, stinkende Effluvien gefaulter Körper, brenzliche Oele, Fuchsin (im Fruchtbranntwein), verschiedene flüchtige Pflanzenöle. Allein Graham hat gezeigt, dass sich diese Eigenschaft selbst auch auf unorganische Stoffe erstreckt. Er fand z. B., dass die alkalische Erde aus Kalkwasser, Jod aus einer Auflösung in Jodkalium, neutrale salpetersaures Bleioxyd und alle von ihm versuchten organischen Metalloxydsalze, entweder in Wasser oder in Wasser mit Ammoniak aufgelöst, von der Kohle so vollständig ausgefällt werden, dass in der Flüssigkeit nichts mehr zurück bleibt. Mehrere neutrale Salze dagegen, so wie arsenige Säure, werden aus ihrer Auflösung in Wasser nicht niedergeschlagen. Die Ausmittlung derjenigen sowohl unorganischen als organischen Körper, welche auf diese Weise von Kohle gefällt werden, bietet demnach einen ganz interessanten Gegenstand für eine Untersuchung dar, und so mehr, als vielleicht von dieser Eigenschaft der Kohle in der analytischen Chemie Anwendung gemacht werden könnte \*\*\*).“

\*) *Journ. de Chim. méd.* T. IX. 707.

\*\*) Lehrbuch, Bd. I. S. 278. Aufl. 5.

\*\*\*) Graham sagt über diesen Gegenstand (*Lehrb. d. Chem.* Bd. II. S. 152, deutsche Ausgabe, Aufl. 2):

„Diese merkwürdige Wirkung der Kohle, Substanzen aus Auflösungen zu ziehen, ist sicher eine Flächenanziehung, aber sie ist deswegen geachtet im Stande, chemische Anziehung von einiger Stärke zu über-

Die Beobachtungen von Graham kannte ich nicht, als ich im Jahre 1843 \*) beobachtete, dass Wein, welcher Bleisalz enthält, nach dem Entfärben durch Kohle, diese vollständig verliert; diese Thatsache hat mich veranlasst, folgende Versuche anzustellen.

Die Versuche, welche ich ausgeführt habe, beziehen sich auf die Pflanzenkohle, gewaschene und nicht gewaschene Thierkohle; in einigen Fällen sind sie in der Kälte angestellt, in anderen in der Wärme.

Ich habe die Versuche mit Wasser, Wein, Alkohol und Essigsäure angestellt und habe gefunden:

- 1) Dass die vegetabilische Kohle die essigsauren und salpetersauren Salze des Bleioxyds aus diesen Flüssigkeiten aufnimmt \*\*).
- 2) Dass diese Trennung, welche in der Kälte stattfindet, viel schneller in der Wärme eintritt.
- 3) Dass eine viel grössere Menge Pflanzenkohle, um die Salze den Flüssigkeiten zu entziehen, nöthig ist, als Thierkohle.

winden. Die Substanzen werden auf die Oberfläche der Kohle abgelagert, ohne zerlegt zu werden und ohne ihre Natur zu verändern. Neutralisirt man z. B. die Auflösung von Indigo in Schwefelsäure und filtrirt man sie dann durch Kohle, so wird von der letzteren aller Farbstoff zurückgehalten, die ablaufende Flüssigkeit ist farblos. Aber eine Auflösung von Alkali entzieht der Kohle den Farbstoff wieder und nimmt ihn aufgelöst mit weg. Ausser organischen Substanzen werden auch noch andere Substanzen durch Thierkohle entfernt, Kalk z. B. aus Kalkwasser, Jod aus einer Auflösung von Jodkalium, auflösliche basische Bleioxydsalze, Metalloxyde in Ammoniakflüssigkeit oder Kalilauge aufgelöst; aber sie zeigt wenig oder keine Wirkung auf die meisten Neutralsalze. Mit der Zeit kann die Kohle auf die aufgenommenen Substanzen, wahrscheinlich wegen ihrer innigen Berührung damit, chemisch einwirken; so reducirt sie z. B. in kurzer Zeit das Bleioxyd zu metallischem Blei.“

Man wird sehen, dass diess nicht mit den Resultaten der vorliegenden Arbeit übereinstimmt.

\*) Die Untersuchungen von Graham über diesen Gegenstand sind im Jahre 1829 ausgeführt und finden sich im *Quarterly Journ. of Science N.S. No. 12* pag. 120, und daraus entlehnt in Poggend. Ann. Bd. XIX. S. 139. Die Beobachtung, dass Kalkwasser durch Kohle seines Kalkes beraubt wird, ist, nach Graham, zuerst von Dr. Paris gemacht worden.

Eine ausführliche Untersuchung über die Kohle als entfärbendes Mittel findet man in Herberger's Journ. XXI. S. 320. D. Red.

\*\*) Die Versuche werden mit den Salzen des Eisens, Kupfers, Zink, Quecksilbers, Antimons, Arseniks und endlich der organischen Basen weiter fortgesetzt werden.

- 4) Dass man 50 Centigrammen essigsaures Bleioxyd, in 100 Grammen Wasser gelöst, durch 5 Grm. Pflanzenkohle entziehen kann.
- 5) Dass man, um 100 Grm. Wasser 50 Centigrm. salpetersaures Bleioxyd zu entziehen, sechs Tage lange Berührung mit 10 Grm. Pflanzenkohle braucht.
- 6) Dass ein Grm. nicht gewaschene Thierkohle in 48 Stunden 1 Grm. essigsaures Bleioxyd 100 Grm. Wasser entzieht.
- 7) Dass 2,5 Grm. nicht gewaschene Thierkohle 50 Centigrm. essigsaures Bleioxyd in 48 Stunden 100 Grm. Wasser entziehen.
- 8) Dass aus 32 Grm. Alkohol 50 Centigrm. essigsaures Bleioxyd durch 1 Grm. ungewaschene Thierkohle in 24 Stunden entzogen werden.
- 9) Dass man 1 Grm. Kohle braucht, um 50 Grm. Essig 50 Centigrm. essigsaures Bleioxyd in 24 Stunden zu entziehen.
- 10) Dass Versuche mit Salpetersäure und Chlorwasserstoffsäure gezeigt haben, dass die Kohle diesen Säuren nicht das Blei entzieht, welches sie aufgelöst halten.
- 11) Dass gewaschene und der phosphorsauren und kohlensauren Kalksalze beraubte Thierkohle folgende Reactionen ausübt:
  - A. 1 Grm. entzieht in 24 Stunden 100 Grm. Wasser 50 Centigrm. essigsaures Bleioxyd.
  - B. 2,5 Grm. entziehen in 48 Stunden 50 Centigrm. salpetersaures Bleioxyd.
  - C. 1 Grm. entzieht in 24 Stunden 50 Grm. Alkohol 50 Centigrm. essigsaures Bleioxyd.
  - D. 1 Grm. entzieht in 24 Stunden 50 Grm. Essig 50 Centigrm. essigsaures Bleioxyd.
  - E. 2 Grm. entfärben in 48 Stunden 150 Grm. Rothwein, welcher 50 Centigrm. essigsaures Bleioxyd enthält, und nehmen dieses Salz auf.
- 12) Aus den Versuchen, welche in der Wärme angestellt sind, ergibt sich folgendes:
  - A. 1 Grm. ungewaschene Thierkohle entzieht bei 2 Minuten dauerndem Kochen 100 Grm. Wasser 50 Centigrm. essigsaures Bleioxyd.
  - B.  $2\frac{1}{2}$  Grm. entziehen auf diese Weise 50 Centigrm. salpetersaures Bleioxyd.

C. 1 Grm. bei 5 Minuten langem Kochen aus 50 Grm. B. 50 Centigrm. essigsaures Bleioxyd.

D. 2 Grm. entfärben bei 5 Minuten langem Kochen 150 Rothwein und entziehen ihm 50 Centigrm. essigsaures Bleioxyd.

E. Versuche, welche unter denselben Umständen mit gewaschener Kohle angestellt wurden, haben gezeigt, dass dieselben Wirkungen ausübt auf die im Wein, Essig, Wasser gelösten Bleisalze und dass nur ein einige Minuten dauerndes Kochen erfordert wird.

Wenn man das Wasser untersucht, in welchem man gewaschene Thierkohle auf essigsaures oder salpetersaures Bleioxyd wirken lassen, so findet man die entsprechende Säure in freier Zustände darin. Noch mehr, wenn man in einer Retorte die Substanzen zusammen bringt, nämlich essigsaures Bleioxyd, gewaschene Kohle und Wasser, so erhält man bei der Destillation Essigsäure; durch Kohle, Wasser und salpetersaures Bleioxyd erhält man Salpetersäure. Im Rückstande findet man noch Essigsäure oder Salpetersäure.

Durch Zusammenbringen von gewaschener und reiner Thierkohle mit essigsaurem oder salpetersaurem Bleioxyd und Umschütteln zerlegt man die Salze, das Oxyd verbindet sich mit der Kohle, die Säure wird frei.

Anwendungen, welche man aus diesen Versuchen gemacht haben gezeigt, dass käufliches Orangenwasser, welches Bleioxyd enthält, in Folge seiner Aufbewahrung in Flaschen, die mit blankem Zinne verzinnt waren, durch Kohle dieser Bleisalze befreit werden kann; man schüttelt dasselbe mit gewaschener Thierkohle, lässt diese absetzen und filtrirt.

Hr. Naveteur, welcher auf meine Bitte hierüber Versuche anstellte, fand, dass man mit 3 bis 4 Grm. die Bleisalze aus 2 Liter dieser Flüssigkeit entfernen kann, ohne dass diese wesentlichen ihren Geruch verlören. Mit einer zweiten Probe, aus einer andern Fabrik, erhielt ich dasselbe Resultat.

Ich habe auch Versuche angestellt mit schwefelsaurer Thierkohle, welche durch Behandlung von Fleisch mit Schwefelsäure 66° B. erhalten worden war, und solcher, die durch Verfeinerung einer Kalbleber bereitet war. Die erstere reagirte auf Zugabe von essigsaurem Bleioxyd in der Kälte fast gar nicht.

Wärme nimmt sie einen Theil des Bleioxyds auf. Die zweite zersetzt sowohl in der Kälte als in der Wärme die Bleisalze unvollständig.

Es scheint hieraus zu folgen, 1) dass die vegetabilische Kohle, 2) die ungewaschene Thierkohle, 3) die gewaschene und gereinigte Thierkohle, welche alle bekanntlich mit den Farbstoffen unlösliche Verbindungen bilden, auch im Stande sind, sich mit Metalloxyden zu vereinigen, diese den Salzen zu entziehen und die Säuren in Freiheit zu setzen.

Diese Eigenschaft der Kohle hat nothwendiger Weise Irrthümer hervorbringen müssen, da in einer Anzahl von Fällen, bei der nothwendigen Entfärbung von Flüssigkeiten, die Metalloxyde durch die Kohle entfernt werden, während man sie noch darin aufzusuchen hat.

Nicht allein in den älteren Werken ist diese Anwendung der Kohle vorgeschrieben, sondern auch in ganz neu erschienenen. Wir finden doch die ausdrückliche Vorschrift, die Flüssigkeiten, welche man auf Bleioxyd- oder andere Metalloxyd-Salze zu prüfen hat, durch Kohle zu entfärben.

---

## LIV.

### Chemisch-technische Abhandlungen.

Von

Dr. **L. Elsner.**

(Aus den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses in Preussen. 1845. Mai u. Juni.)

#### I. Ueber die *Verkupferung*, *Versilberung* und *Vergoldung* auf galvanischem Wege, ohne Anwendung von Cyankalium.

##### A. *Verkupferung mittelst weinsteinsauren Kalikupferoxyds.*

Aus meiner letzten Arbeit über galvanische Verkupferung des Eisens und des Zinks, welche ich mit Herrn Philipp gleichzeitig unternommen hatte (vgl. Verhandl. 1844. S. 226, d. Journ. XXXIV. 474) geht hervor: dass die brauchbarste Verkupferungs-

flüssigkeit in einer Auflösung des Doppelsalzes aus weinsteinsaurem Kali und Kupferoxyd besteht. Ich habe mich seit der Veröffentlichung der genannten Arbeit noch fortdauernd mit demselben Gegenstande beschäftigt und bin zu dem Resultate gelangt, dass man die Verkupferungsflüssigkeit noch schneller und billiger dadurch herzustellen im Stande ist, wenn man auf folgende Weise verfährt.

Man kocht in einer Porcellanschale, oder einem emailirten Geschirr von Gusseisen, eine beliebige Quantität gepulverten weissen Weinstein mit etwa seinem zehnfachen Gewicht Regenwasser und setzt der Flüssigkeit so viel frisch bereitetes, mit kaltem Wasser ausgesüßtes kohlensaures Kupferoxydhydrat hinzu, bis ein Antheil des letzteren unaufgelöst als basisches grünlich-blaues Pulver zurückbleibt und die schön dunkelblaue Flüssigkeit auf geröthetes Lakmuspapier alkalisch reagirt. Die von dem ungelösten Weinstein und Kupferoxydhydrat abfiltrirte Flüssigkeit ist nun als Verkupferungsflüssigkeit anzuwenden; man thut gut, dieselbe noch durch einen geringen Zusatz von kohlensaurer Kalilösung stark alkalisch zu machen. Die so bereitete tiefdunkelblaue Flüssigkeit enthält das Doppelsalz aus weinsteinsaurem Kali-Kupferoxyd aufgelöst und lässt sich ohne alle Veränderung vorrätzig aufbewahren. — Das zur Darstellung des genannten Doppelsalzes erforderliche kohlensaure Kupferoxydhydrat wird durch Vermischung einer Auflösung von Kupfervitriol mit einer Lösung von kohlensaurem Kali erhalten, wobei ein blauer Niederschlag entsteht, welcher das verlangte Kupfersalz ist. Dieser Niederschlag wird abfiltrirt und mit Regenwasser gut ausgesüßt.

Diese so eben mitgetheilte Vorschrift zur Darstellung der Verkupferungsflüssigkeit hat vor der mit *neutralem* weinsteinsaurem Kali (*Kali tartaricum*) folgende Vorzüge.

Sie lässt sich in weit kürzerer Zeit darstellen, als wenn man sich zu ihrer Bereitung des neutralen Salzes bedient, welches erst durch Einwirkung des galvanischen Stromes auf das als positive Elektrode auftretende Kupferblech (gewöhnlich Anode genannt) *nach und nach* auflöst, auf welche Weise freilich dasselbe Doppelsalz entsteht, aber in weit längerer Zeit; auch scheint es mir, als wenn es bei diesen Operationen vortheilhaft sei, gleich zuerst die schon fertig gebildete Salzlösung anzuwen-

indem durch ein zu langes Einliegen von Gegenständen, aus Gusseisen oder Zink gefertigt, in einer Flüssigkeit, in welcher zuerst nach und nach das genannte Doppelsalz bilden soll, die genannten Objecte sehr leicht mit einer dünnen Oxydhaut (besonders bei Zink) sich bedecken, welche der Verkupferung durchaus sehr förderlich ist.

Ferner ist die Bereitung dieser Verkupferungsflüssigkeit mindestens kostspieliger als die mit neutralem weinsteinsaurem Kali, denn bei diesem Salze kostet das Pfund 15 Sgr., der gepulverte weisse gereinigte Weinstein 10 Sgr., und bei grösseren Gegenständen, entsprechende Quantitäten Weinstein erforderlich sind, kann man den gepulverten weissen rohen Weinstein anwenden, von dem der ganze Centner etwa mit 22 bis 23 Thalern notirt ist.

Bei der Operation selbst wird die Verkupferungsflüssigkeit zuerst in der Weise angewandt, wie in allen ähnlichen Fällen; auch ist sich das als positive Elektrode angewandte Kupferblech möglichst auf, so dass sich die Flüssigkeit stets auf gleichem Concentrationsgrade erhält. — Ein verhältnissmässig schwacher Strom und vollständige Berührung der zu verkupfernden Gegenstände mit dem vom Zinkpol herkommenden Kupferdraht sind notwendige Bedingungen für ein gutes Gelingen der Operation. Uebrigens verweise ich auf die früheren Mittheilungen.

Ich habe mit der genannten Verkupferungsflüssigkeit schon ziemlich grosse Gegenstände von Gusseisen, Zink und Zinn verkupfert. Die Farbe der verkupferten Gegenstände ist ganz dieselbe als wie mit einer Cyankalium-Lösung; die bezeichnete Flüssigkeit ersetzt demnach in jeder Hinsicht dieses so giftige und leicht zersetzbare Präparat, dessen kostspielige Beschaffung in einem Verhältniss steht zu dem billigen und überall leicht zu beschaffenden, völlig gefahrlosen Weinstein. Die Vortheile dieser Verkupferungs-Flüssigkeit im Vergleich mit der mittelst Cyankaliums liegend klar am Tage, besonders wenn man berücksichtigt, dass grosse Gegenstände, wegen des hohen Preises des Cyankaliums, bisher fast gar nicht verkupfert werden konnten. Stangen von Gusseisen oder Zink, grosse Gegenstände von Zinn können nun billig verkupfert werden und auf diese Weise die auf Plastico-plastische Art dargestellten, aber sehr kostspieligen Gegenstände ersetzen.

Ehe ich die Mittheilungen über die genannte Verkupferungs-

flüssigkeit beschliesse, bemerke ich noch, dass es bisweilen vorkommt, dass die Gegenstände während der Operation buntfarbig anlaufen, ein Umstand, der gewöhnlich dann eintritt, wenn der galvanische Strom nicht gehörig im Gange ist. Will man diesen farbigen Ueberzug wieder entfernen, so hat man nur nöthig, den Gegenstand aus der Flüssigkeit herauszunehmen und mit sehr verdünnter Salzsäure abzuwischen, durch welches Verfahren der Ueberzug sich leicht wieder entfernen lässt. Uebrigens ist derselbe auf dem verkupferten Gegenstände so fest, dass er durch heftiges Reiben durchaus sich nicht entfernen lässt.

### B. Verkupferung mittelst schwefligsauren Natrons

Ich hatte mir schon seit längerer Zeit die Aufgabe gestellt, mittelst eines und desselben chemischen Präparats sowohl galvanisch verkupfern, als auch versilbern und vergolden zu können. Es gelang mir endlich, nach vielfachen Versuchen, in der Auflösung des *schwefligsauren Natrons* ein solches Salz zu finden, mit welchem der obige Zweck erreicht werden kann. Ich werde in Folgendem die Resultate meiner Versuche mittheilen, welche nicht allein praktisches, sondern auch wissenschaftliches Interesse haben, indem durch dieselben Erfahrungen gemacht worden sind, welche, so viel mir wenigstens bekannt ist, bisher noch nicht gekannt waren.

Setzt man zu einer concentrirten Auflösung von schwefligsaurem Natron in Wasser frisch gefälltes kohlensaures Kupferoxydhydrat, oder, was noch besser ist, frisch gefälltes Kupferoxydhydrat (aus Kupfervitriol-Lösung durch Aetzkali niederschlagen) und rührt mit einem Glasstabe gut um, so löst sich ein Antheil des Kupfersalzes in dem Natronsalze auf; man filtrirt den nicht gelösten Kupferniederschlag ab und erhält nun eine völlig wasserklare Flüssigkeit, welche Kupferoxydul und Schwefelsäure nebst Natron enthält. Die klare Flüssigkeit enthält demnach ein Kupferoxydulsalz gelöst, welches dadurch entstanden ist, dass ein Antheil des Sauerstoffes des Kupferoxyds an einen Antheil der schwefligen Säure getreten ist, wodurch Kupferoxydul und Schwefelsäure entstehen mussten. Die Gegenwart der Schwefelsäure wurde durch Chlorbaryum leicht nachgewiesen, die Gegenwart des Kupferoxyduls gaben Aetzammoniak und eine Lösung von gelbem blausaurem Eisenkali leicht zu erkennen, denn ersteres

In der Kupfersalzlösung hinzugesetzt, brachte anfangs gar keine Veränderung hervor, erst nach mehreren Stunden färbte sich die wasserklare Flüssigkeit von oben her dunkelblau, und das Blutwurzelsalz erzeugte in der geprüften Flüssigkeit einen ganz weissen Niederschlag. Beide Reactionen beweisen das Vorhandensein eines Kupferoxydulsalzes.

Wird diese Flüssigkeit mit Wasser verdünnt und durch kohlensaures Natron alkalisch gemacht, so verkupfert sich gut gereinigtes Gusseisen in derselben mit einer sehr schönen, matt rosenrothen Farbe; das als Anode dienende Kupferblech wurde stark angegriffen. Auch hier, wie in allen anderen Fällen, wandte ich nur ein constantes Kupfer-Zink-Element an, aus Gründen, die ich schon früher angegeben habe. — Gut gereinigte Gegenstände von Gusseisen verkupferten sich schon dadurch in dieser Verkupferungs-Flüssigkeit, dass sie in dieselbe hineingehängt wurden, also ohne Anwendung irgend eines Apparates; die Farbe war matt rosenroth. Die Verkupferung sitzt völlig fest und verträgt den Polirstahl. Auch Gegenstände von Zink lassen sich mit der letztgenannten Kupferoxydul-Natron-Lösung verkupfern, allein die Farbe der Verkupferung ist nicht so schön als mit dem Doppelsalz von weinsteinsaurem Kali-Kupferoxyd. Wird jedoch die Flüssigkeit zu concentrirt angewandt und ist der Strom verhältnissmässig zu stark, so sitzt die Verkupferung nicht fest.

Dass die Flüssigkeit alkalisch reagiren muss, ist für alle Fälle zu bemerken, da sich in einer Lösung von kohlensaurem Kali oder Natron Gegenstände von Gusseisen oder Zink unverändert erhalten, wenn sie auch mehrere Stunden lang gleichzeitig der Einwirkung des galvanischen Stromes ausgesetzt sind, wogegen in reinem Wasser liegend die genannten Metalle sehr bald oxydirt werden.

Eine concentrirte Auflösung von kohlensaurem Kali löst schon bei gewöhnlicher Temperatur (15° Cels.) Kupferoxydhydrat und kohlensaures Kupferoxydhydrat auf; die abfiltrirte Flüssigkeit hat eine blaue Farbe, es wollte mir aber nicht gelingen, mit dieser Kupferauflösung Gusseisen oder Zink zu verkupfern.

### C. Versilberung mittelst schwefligsauren Natrons.

In Dingler's polyt. Journal, Bd. 92. S. 184. 279 ist ein Verfahren des Herrn Becquerel mitgetheilt, mittelst einer Auf-

lösung von Chlorsilber in Chlornatrium (Kochsalz) zu ver-  
 bern \*). Ich habe diese Angaben wiederholt und bin zu folgendem  
 dem Resultate gelangt. Ich bereitete mir Chlorsilber und  
 dasselbe noch feucht in eine concentrirte, kochende, wässrige  
 Auflösung von Kochsalz, filtrirte die heisse Flüssigkeit ab  
 brachte sie in einer Porcellanschale zum Sieden. In diese  
 chende Flüssigkeit wurden nun gut gereinigte Gegenstände aus  
 Kupfer und echter Bronze (Kupfer und Zinn) einige Secunden  
 lang hineingehangen, wobei sich dieselben alsbald mit einem  
 zarten Silberüberzuge bedeckten; sie wurden nun sogleich aus  
 der Salzlösung herausgenommen, in Wasser gut abgespült und  
 mit gepulvertem Weinstein geputzt. Die so versilberten Gegen-  
 stände hatten eine rein silberweisse Farbe, allein die Versilberung  
 war nur sehr dünn. Auch gegossene Messinggegenstände wur-  
 den auf diese Weise, ja schon durch blosses längeres Einlegen  
 in die Silbersalz-Lösung, versilbert, allein die Versilberung ist  
 nicht von der Schönheit, dass man diese Methode für die Praxis  
 empfehlen kann, auch ist die Ablagerung des Silbers viel zu dünn.  
 Lässt man die Gegenstände länger als einige Secunden in der  
 kochenden Flüssigkeit, so schlägt sich das Silber auf die Objecte  
 als graues, leicht abwischbares Pulver nieder.

Weit bessere Resultate giebt die von dem Artillerie-Lieute-  
 nant Herrn Siemens angegebene Versilberungs-Flüssigkeit,  
 nämlich die Auflösung von kohlen saurem Silberoxyd in unter-  
 schwefligsaurem Natron. (Siehe die galvanische Vergoldung  
 und Versilberung u. s. w. von Dr. L. Elsner. Berlin 1843, S.  
 266 u. ff.) In einer solchen Silberauflösung versilbern sich, wie  
 ich gefunden habe, ohne Batterie, durch blosses Hineinlegen,  
 Gegenstände von Bronze, Messing, Gusseisen, Neusilber recht  
 gut, nur muss die Flüssigkeit nicht concentrirt angewandt werden,  
 denn sonst findet keine Adhäsion statt zwischen dem niederfal-  
 lenden Silber und der Oberfläche der Gegenstände, welche, wie  
 sich von selbst versteht, vorher sorgfältig gereinigt sein müssen.  
 Auch mittelst Zink-Contact versilbert die genannte Silberlösung  
 gut. Die Farbe der mit Weinstein geputzten versilberten Ge-  
 genstände ist rein silberweiss und blank. Durch Anwendung der

\*) Anmerk. d. Red. d. Verh. Eine solche Versilberung ist der längst  
 bekannte Silbersud, nur dass man dabei einen Zusatz von Weinstein anwendet.

Batterie kann die Versilberung beliebig stark gemacht werden. Es hat mir jedoch geschienen, als wenn die Farbe der Versilberung bei längerem Einliegen der Objecte in der Versilberungsflüssigkeit, und bei Anwendung von Daniell'schen constanten Elementen, eine gelblich-weiße Nuance annahm, welche Erscheinung wahrscheinlich darin ihren Grund hat, dass sich theilweise schweflige Säure bildet, unter Abscheidung von Schwefel.

Da ich schon gefunden hatte, dass die Kupferoxydhydrate schwefligsaurem Natron sich auflösen, so versuchte ich gleichfalls, ob kohlensaures Silberoxyd in einer concentrirten Lösung in schwefligsaurem Natron sich auflöse, und fand, dass diess in der That der Fall war. Ich löste nun frisch gefälltes, ausgeaschenes kohlensaures Silberoxyd in dem genannten Natronsalze auf und versuchte diese Silberlösung als Versilberungs-Flüssigkeit anzuwenden. Das schwefligsaure Natron ist einfacher darzustellen als das unterschwefligsaure Salz, und da letzteres aus reinerem dargestellt werden muss, so ist das schwefligsaure Natron auch billiger im Preise. In der mit Wasser verdünnten Lösung des genannten Silbersalzes versilberten sich, mittelst eines Daniell'schen Elements, schnell und recht gut Gegenstände von Messing, Bronze, Kupfer, Zinn, besonders wenn letzteres vorher mit dem weinsteinsäuren Kali-Kupferoxyd-Doppelsalze verkupfert worden war. Das als Anode gebrauchte Silberblech löste sich kräftig auf. Die Gegenstände müssen nach einiger Zeit aus der Flüssigkeit herausgenommen, mit Weinsteinpulver abgeputzt und hierauf wieder auf's Neue in die Versilberungs-Flüssigkeit eingelegt werden. Man kann auf diese Weise die Gegenstände immer stärker versilbern, da nach jedem Einlegen sich wiederum auf's Neue Silber auf die Objecte niederschlägt; Leuchter aus Messing und Esslöffel aus Zinn, vorher verkupfert, hatten das Ansehen wie schön weisses Silber. Ist die Versilberungs-Flüssigkeit zu concentrirt, so fällt das Silber pulverförmig nieder.

Während der Entwicklung des galvanischen Stromes trübt sich die Flüssigkeit, es bildet sich ein zarter grauer Niederschlag in derselben und zarte seidenglänzende Nadeln scheiden sich aus; diese Ausscheidung hat ihren Grund in der Bildung von metallischem Silber und schwer löslichem schwefelsaurem Silberoxyd. Die Trübung ist jedoch der Versilberung der Gegenstände durchaus nicht hinderlich, da sich fortwährend bei gutem Gange

der Operation die Silber-Anode auflöst. Hat sich nach einiger Zeit ein ziemlich bedeutender grauweisser Niederschlag gebildet, so kann man denselben in reiner Salpetersäure auflösen, die Lösung mit Regenwasser verdünnen, aus derselben durch kohlensaures Kali oder Natron kohlensaures Silberoxyd niederschlagen und dieses wiederum zu einer frisch zu bereitenden Silberlösung verwenden. Vorräthig kann man diese Versilberungs-Flüssigkeit nicht halten, weil nach längerer Zeit alles aufgelöste Silber theils als metallisches Silber, theils als schwefelsaures Silberoxyd sich anscheidet. — Auch vermittelt Zinkcontact versilbert die zum Kochen erhitzte Versilberungs-Flüssigkeit andere metallene Gegenstände, besonders vorher gut gereinigte Gegenstände von Messing, sehr schön matt weiss; jedoch scheidet sich hierbei grauschwarzes metallisches Silber aus, wodurch die Auflösung sehr bald erschöpft wird.

Ich habe mit der genannten Silberlösung ziemlich grosse Gegenstände aus Bronze und Messing versilbert, und die hierdurch erhaltene Versilberung zeigte nach dem Abputzen mit einem Brei aus gepulvertem Weinstein und Wasser eine schön rein weisse Silberfarbe.

Aus der Mittheilung der so eben aufgeführten Resultate geht demnach mit Bestimmtheit hervor, dass kohlensaures Silberoxyd in einer concentrirten Auflösung von schwefligsaurem Natron sich auflöst, eine Beobachtung, die mir wenigstens bisher noch nicht bekannt war, und dass eine solche mit Wasser verdünnte Auflösung sich zur galvanischen Versilberung ganz gut eignet.

#### *D. Die Vergoldung ohne Anwendung von Cyankalium.*

##### *a. Vergoldung mittelst (salzsauren Kali-Goldoxyds) Chlorkaliums + Chlorgold.*

Man löst einen Theil Goldchlorid und 4 Theile Chlorkalium in Regenwasser auf, macht die Lösung durch kohlensaures Kali etwas alkalisch, verdünnt hierauf mit so viel Wasser, bis die Farbe derselben hellgoldgelb geworden ist. Mit dieser Goldlösung wurden Gegenstände aus Kupfer, Silber, Neusilber, Bronze theils durch die Batterie, theils durch Erhitzen mit Zinkcontact, rein goldgelb vergoldet; allein beim Erhitzen unter gleichzei-

Der Zinkcontact bildete sich ein brauner Niederschlag, metallisch Gold. Dieser Niederschlag wird nach beendigter Vergoldung abfiltrirt und wieder in Königswasser aufgelöst. Da eine Gold-Ausscheidung bei der Contactvergoldung mit gelbem saurem Eisenkali nicht stattfindet, so verdient dieses Salz zu dem genannten Zwecke den Vorzug.

*Vergoldung mit schwefligsaurem Natron und Goldoxyd-Ammoniak.*

Wie ich habe schon oben angegeben, dass Herr Siemens zur Silbervergoldung eine Auflösung von kohlsaurem Silberoxyd in einer Mischung von unterschwefligsaurem Natron oder Kali anwendet; eben so verwendet derselbe zur Vergoldung eine Auflösung von Goldoxyd-Ammoniak (Knallgold) in demselben Salze an (s. die Citate bei der Silbervergoldung). Statt des unterschwefligsauren Natrons habe ich das schwefligsaure Natron angewendet und gefunden, dass frisch gesättigt und ausgesüsstes Goldoxyd-Ammoniak (erhalten durch Fällung einer Auflösung von Goldchlorid durch Aetzammoniak im Ueberschuss) in einer concentrirten Lösung von schwefligsaurem Natron leicht zu einer gelben klaren Flüssigkeit auflöst. Diese mit kohlensaurem Natron stark alkalisch gemachte Auflösung vergoldet mittelst der Batterie Silber, Bronze, Messing, Kupfer, Neusilber; allein die Farbe der Vergoldung hatte ein hellbräunliches Ansehen und nicht die schöne rein goldgelbe Farbe der Vergoldung, mit gelbem blausaurem Eisenkali oder mit Cyankalium herbeigeführt. Eben dieselbe hellbräunlich-gelbe Farbe zeigte die Vergoldung mit der Auflösung von Goldoxyd-Ammoniak in unterschwefligsaurem Natron, ja der Unterschied in der Farbe, gegen die Vergoldung mit Cyankalium oder gelbem blausaurem Eisenkali, hervortretend, dass man es den Gegenständen sogleich an der Farbe der Vergoldung anzusehen im Stande ist, ob dieselbe mit Cyankalium oder den andern Präparaten erzeugt worden ist.

*Vergoldung mittelst gelben blausauren Eisenkali's und Goldoxyd-Ammoniaks.*

Unter allen Salzen, welche das Cyankalium bei der galvanischen Vergoldung zu ersetzen im Stande sind, bleibt, meiner Uebersetzung nach, einzig und allein das gelbe blausaure Eisenkali das einzige Präparat, welches sich am meisten dazu eignet und den

gemachten Anforderungen am besten entspricht; man möge eine der vielfach gegebenen Vorschriften zur Darstellung der Vergoldungsflüssigkeit mittelst gelben blausauren Kali's benutzen, stets wird man finden, dass die Resultate, welche mit verschiedenen dargestellten Vergoldungsflüssigkeiten erhalten werden, immer dieselben sind \*); die Resultate aller der gemachten Arbeiten geben den nicht mehr zurückzudrängenden Beweis, dass mittelst gelben blausauren Eisenkali's sich eine völlig genügende Vergoldung erzielen lasse.

Es ist hier nicht der Ort, auf die verschiedenen Einwürfe gegen die Anwendung des gelben blausauren Eisenkali's für die Praxis zu antworten, und gegen die Vortheile des Cyankaliums in ähnlichen Fällen abzuwägen; es muss rein der Ansicht des praktischen Arbeiters überlassen werden, welches der beiden Präparate ihm zu seiner speciellen Anwendung am meisten geeignet erscheinen wird. So ist es beispielsweise richtig, dass ein als Anode gebrauchtes Goldblech bei Anwendung einer mit gelbem blausaurem Eisenkali bereiteten Goldlösung so gut wie nichts an Gewicht verliert, selbst nach mehrstündiger Wirksamkeit des elektrischen Stromes, woraus demnach hervorgeht, dass sich die Goldlösung nach und nach erschöpfen muss, was bekanntlich bei Anwendung von einer mit Cyankalium bereiteten Goldlösung der Fall ist, indem sich hierbei das als Anode dienende Goldblech nach und nach auflöst. — Allein die an Gold erschöpfte Lösung von gelbem blausaurem Eisenkali kann ja auf die einfachste und schnellsten Weise durch einen neuen Zusatz von Goldchlorid, oder Goldblech zum Vergolden wieder tauglich gemacht werden. Dagegen sprechen die Gefahrlosigkeit und Nichtzersetzbarkeit des gelben blausauren Eisenkali's gar sehr für die Anwendung desselben im Vergleich zu dem höchst giftigen und leicht veränderlichen Cyankalium, besonders da die Farbe der Vergoldung mit dem einen Präparate eben so schön ist als mit dem andern, ja mit gelbem

---

\*) Man vergleiche nur über diesen Gegenstand die Mittheilungen Jacobi über das Verfahren des Herrn Briant; Dingler's polyt. J. Bd. LXXXVII. S. 283; Fehling über die galvanische Contact-Vergoldung und Versilberung, das. Bd. LXXXVII. S. 290. Ferner v. Frankenstein über die Contact-Vergoldung eines  $7\frac{1}{2}$  Fuss hohen kupfernen Thurmes der Kirche zu Gaming in Niederösterreich mit 22 Zoll langem Querschnitt, das. Bd. XC. S. 110, und die Resultate meiner Versuche über diesen Gegenstand, in den Jahrgängen der Verhandlungen 1842, 1843.

rem Kali fast noch feuriger goldgelb als mit Cyankalium ; auch die Verhaftigkeit der Vergoldung ist mit beiden Salzen ganz gleich, ausgesetzt die Operation ist richtig geleitet und nicht übereilt worden. Ich besitze z.B. einen silbernen, mit blausaurem Kali vergolden Theelöffel, welcher täglich im Gebrauch ist und beim Reinigen stets weniger als geschont wurde, und dieser hat nach Verlauf eines Jahres noch dieselbe schöne feurige Goldfarbe als im Anfang, nur an den scharfen Rändern scheint jetzt das Silber hinch.

Noch auf einen Umstand will ich hier aufmerksam machen, welcher bei der Vergoldung mit Cyankalium bisweilen vorkommt, gegen nie bei Anwendung des gelben blausauren Eisenkali's. Gegenstände bekommen nämlich bisweilen bei Anwendung von Cyankalium eine *mattweisse* Farbe. Man wusste lange nicht, welchen Grund diese Erscheinung habe. Nach mehreren deshalb angestellten Versuchen fand ich zuletzt, dass dieser weisse Ueberzug aus Eisenkali ist und allemal dann sich bildet, wenn die Cyankalium-Lösung zu wenig Gold gegen Cyankalium enthält. Auch habe ich zu beobachten Gelegenheit gehabt, dass dieser Fall besonders bei einer langgebrauchten, viel freies Kali enthaltenden Cyankalium-Lösung eintrat\*). Erst neulich kam einem hiesigen Silberarbeiter der Fall vor, dass, als er das Innere eines grossen silbernen Gefässes mit Cyankalium-Goldlösung mittelst des Einhängens einer Blase, in der Zink und Salzwasser enthalten waren\*\*), verputzen wollte, der innere, anfangs schon schwach vergoldete Raum plötzlich weiss wurde; durch eine Goldlösung in gelbem blausauren Eisenkali erhielt derselbe sehr bald die gewünschte gute Vergoldung.

Eine recht gute Vergoldungsflüssigkeit erhält man auch auf folgende Weise: Man löst frisch gefälltes Goldoxyd-Ammoniak in der kochenden Auflösung von gelbem blausaurem Eisenkali auf, filtrirt dieselbe von dem braunen Eisenoxyd ab, welches sich bei dieser Operation ausscheidet; die gelbe filtrirte Flüssigkeit vergoldet sehr schön, sowohl glänzend als matt; jedoch bemerke ich hier nochmals, dass die nach meiner Angabe bereitete Goldlösung mit gelbem blausaurem Eisenkali, Goldchlorid und koh-

\*) S. dies. Journ. Bd. XXXIII. S. 18.

\*\*) S. Verhandlungen 1842.

lensaurem Natron gefertigt \*), eine Vergoldung von Eisen eine schönen und feurigen Farbe liefert. Zur Bereitung dieser Lösung kann man auf folgende Weise verfahren: Man nimmt einen Theil trocknes Goldchlorid, löst dasselbe in wenig Regenwasser auf und setzt dieser Lösung Aetzammoniak im Ueberschuss hinzu, filtrirt den hell gelbbraunen Niederschlag ab, süsst ihn mit Regenwasser aus und schüttet ihn noch feucht in eine kochende Lösung, von 2 Theilen gelben blausauren Eisenkali's in 12 Theilen Wasser bereitet, worin derselbe, unter Ausscheidung von Eisenoxyd, sich auflöst. Die erkaltete Flüssigkeit wird filtrirt und zum Gebrauch aufbewahrt. Zu meiner Vergoldungsflüssigkeit können folgende Verhältnisse angewendet werden: Man löst 2 Theile Blutlaugensalz in 12 Theilen Wasser auf und bringt die Flüssigkeit in einer Porcellanschale zum Kochen, setzt derselben 1 Theil kohlensaures Natron und nach dessen Lösung 1 Theil in wenig Wasser gelöstes Goldchlorid hinzu, kocht noch einige Minuten und filtrirt nach dem Erkalten den entstandenen braunen Niederschlag ab.

Was die Vergoldung durch Contact mittelst einer Goldlösung anlangt, welche mit Blutlaugensalz bereitet worden ist, so habe auch ich zu bemerken Gelegenheit gehabt, dass ein Zusatz von Kochsalz die Vergoldung befördert. Eine Auflösung von metallischem Gold (fein ausgewalztes Goldblech) in einer Auflösung von Cyankalium, oder eine mit Goldchlorid versetzte Lösung desselben Salzes, vergoldet Silber, Messing, Kupfer durch Contact mit Zink, ohne Zusatz von Salz, sogleich und sehr schön.

Der von mir vor Kurzem mitgetheilte Deckgrund \*\*) ist für alle Fälle der galvanischen Ueberziehung der Metalle mit andern Metallen zu gebrauchen, also nicht allein zur Vergoldung, sondern eben so gut, wenn es gerade erforderlich sein sollte, zu der Verkupferung, Verzinnung etc. Bei der galvanischen Vergoldung und Versilberung findet derselbe hier in Berlin schon eine mehrfache und sehr vortheilhafte Anwendung, indem er den Anforderungen der Praktiker völlig entspricht. — Die Wiedergewinnung des Goldes aus einer mit Blutlaugensalz bereiteten Lösung anhängend, so wird sich diese Operation noch am einfachsten auf

\*) S. Verhandlungen 1842 und 1843.

\*\*) S. Verhandlungen 1844. S. 235, dies. Journ. XXXIV. 482.

Die Weise bewerkstelligen lassen. Die Lösung wird zur Trock-  
eingedampft, der trockne Rückstand in einem hessischen  
Tiegel geschmolzen, damit sich Cyankalium bilde, worauf  
Inhalt des Tiegels mit Wasser digerirt wird, wodurch sich das  
in Cyankalium löst. Man filtrire nun und zerlege das Filtrat  
mit Salzsäure im Ueberschuss, wodurch das aufgelöste  
als gelbbrauner Niederschlag (Cyangold) niederfallen wird.  
Der Niederschlag, getrocknet und geglüht, hinterlässt metalli-  
es Gold.

Am Schlusse dieser Arbeit wollte ich noch meine Ansichten  
über die praktische Anwendbarkeit der von Woolrich \*) ange-  
nommenen Methode, mittelst Magneto-Elektricität auf galvanischem  
Wege Metalle mit anderen Metallen zu überziehen, hier ausspre-  
chen, weil es mir ganz am Orte erschien. Woolrich bedient sich  
schwefligsauren Kali's, um Goldoxydhydrat, zur Versilberung  
schwefligsaures Silberoxydhydrat, und zur Verkupferung kohlen-  
saures Kupferoxydhydrat darin aufzulösen und mit der klaren  
Lösung die Versuche anzustellen. Uebrigens ist über das  
chemische Verhalten dieser einzelnen Metalllösungen gar Nichts  
weiter gesagt. Die Auflöslichkeit des kohlensauren Silberoxyds,  
Goldoxyd-Ammoniaks, des Kupferoxyds und kohlensauren  
Kupferoxydhydrats in einer concentrirten Lösung von schweflig-  
saurem Natron habe ich beobachtet, ehe mir das Verfahren des  
Herrn Woolrich bekannt war. Ich bin also ganz unabhängig  
von ihm auf diese Thatsachen gekommen, die ich in kei-  
nem der neueren Lehrbücher der Chemie mitgetheilt und mich da-  
durch veranlasst fand, über das chemische Verhalten dieser bisher  
nicht gekannten Lösungen einige Versuche anzustellen.

Der Grund, warum ich erst jetzt die Abhandlung des Herrn  
Woolrich gründlich las, ist einfach der, dass ich gleich nach  
Bekanntwerden der magneto-elektrischer Vergoldung dasselbe  
für die allgemeinere praktische Anwendung und Verbreitung un-  
tersucht fand, daher nicht weiter genaue Kenntniss davon nahm.  
praktisch für die allgemeinere Verbreitung scheint mir dieses  
Verfahren aus folgenden Gründen. Der Apparat ist viel zu kost-  
spielig, als dass derselbe allgemeinere Anwendung finden dürfte,  
er wohl über 100 Thaler im Preise zu stehen kommen möchte;

---

\*) Hessler's Zeitschrift 1843, S. 331. 333, entnommen aus dem  
Repository of patent-inventions 1843, April, p. 210.

ferner ist eine doch möglich werdende Reparatur desselben so leicht in kleineren Orten nicht gut ausführbar; dagegen sind Daniell'schen constanten Ketten, die einfachen Blasenapparate überall leicht herzustellen und ihre Beschaffung durchaus kostspielig; bedenkt man nun gar noch, dass sich mittelst bloßen Contacts mit Zink vergolden und versilbern lässt, so wird die gemeinere Verbreitung dieser magneto-elektrischen Methode in mehr zweifelhaft.

Aus den so eben mitgetheilten Resultaten geht demnach Bestimmtheit hervor, dass die galvanische Vergoldung, Versilberung und Verkupferung sich auch *ohne* Anwendung des Cyankaliums bewerkstelligen lasse, daher dem Praktiker in's Künftige die Wahl bleiben wird, nach seiner Ansicht des einen oder des andern Verfahrens sich zu bedienen, ein Vortheil, der schon in sich von nicht geringer Bedeutung ist, als durch denselben der Praktiker nicht nothwendig an die Anwendung eines und desselben Apparates gebunden ist; eine Einschränkung, die nicht anderweitig hemmend auf die allgemeinere Anwendung und Verbreitung der galvanischen Ueberziehung der Metalle mit anderen einwirken konnte, welcher Umstand vorzugsweise bei der galvanischen Verkupferung des Gusseisens, Zinks und Zinns von sehr grosser Bedeutung ist, wie ich oben schon mehrere Male besonders hervorzuheben Gelegenheit hatte.

## II. Ueber die Bereitung der durch Kohle gereinigten Schellack-Lösung.

Um weisse Hölzer mit einer Politur zu überziehen, bedient man sich zeither in der Kunsttischlerei gewöhnlich einer aus bleichtem Schellack bereiteten spirituösen Lösung. Die Reinigung des Schellacks geschieht im Grossen gewöhnlich durch Chlor oder durch Chlorverbindungen, und dann kostet der gebleichte Schellack etwa 25 bis 30 Silbergroschen das Pfund, wenn der orange Schellack 9 bis 10 Sgr. im Preise steht. Enthält der Schellack Chlor, Chlorverbindungen, oder durch schweflige Säure gebleicht, so kann der sehr unangenehme Fall eintreten, dass beim Poliren der Tischlerarbeiten, welche metallene Verzierungen enthalten, letztere mehr oder weniger anlaufen (blind werden). Gäbe es nun eine Methode, nach

die Auflösung des gelben Schelllacks so gereinigt werden sollte, dass zu dieser Reinigung kein Chlor, schweflige Säure, sonst ähnliche Substanzen anzuwenden nöthig wären, so würde hierdurch ein zweifacher Vorthail erreicht werden. Einmal wäre bei einer solchen Politur nicht das Mindeste beim Poliren mit Metall eingelegter Tischlerarbeiten zu befürchten, und zweitens würde dieselbe bei weitem minder kostspielig sein als die Auflösung des gebleichten Schelllacks in Weingeist. Ich habe deshalb schon im vorigen Frühjahr einige Versuche angestellt, die hierdurch erhaltenen Resultate versprachen einen völlig gewünschten Erfolg; ich machte damals in einer kurzen Mittheilung der hiesigen polytechnischen Gesellschaft dieselben öffentlich bekannt, und sie gingen alsdann in das Berliner Gewerbe-, Industrie- und Handelsblatt, Bd. 12. S. 80 über. Seit jener Zeit habe ich die Versuche über diesen, für die Kunstdischlerei wichtigen Gegenstand weiter fortgesetzt, besonders da ich von vielen Seiten dazu aufgefordert wurde.

Um den in Rede stehenden Zweck zu erreichen, richtete ich mich von vorn herein meine Aufmerksamkeit auf die Anwendung der Kohle überhaupt. Die Versuche mussten aber mit den beiden Hauptarten der Kohlen angestellt werden, mit Thierkohle und mit ausgeglühter Holzkohle. Eine Reihe deshalb angestellter Versuche ergab das Resultat, dass nur die Thierkohle (geröhrte Knochenkohle, wie sie etwa zur Reinigung des Klärsels benutzt wird) ein brauchbares und allen Anforderungen entsprechendes Resultat zu liefern im Stande war. Zu diesem Zweck wurden gleiche Quantitäten heller Schelllack in Weingeist von 5 Proc. R. (90 Proc. Tralles) bei Digestionswärme aufgelöst und nach der Auflösung die respectiven Kohlen hinzugesetzt; die Digestion wurde nun mehrere Tage, am besten unter gleichzeitiger Aussetzung der Einwirkung des directen Sonnenlichtes, fortgesetzt und hierauf die Lösung durch graues Löschpapier filtrirt. Die filtrirte Lösung der mit Thierkohle digerirten Politur hatte eine hellbräunliche Farbe, war hell und klar, und mit derselben lassen sich Ahorn-, Birken-, Pappel- und selbst das so schwierig zu poliren; dagegen war die mit ausgeglühter Holzkohle digerirte Politur nach der Filtration dunkler gefärbt, als sie vor der Digestion mit Holzkohle gewesen war. Es ist daher nur die Anwen-

dung der gekörnten (gemahlenen) Knochenkohle zu empfehlen. Die Bereitung der durch Knochenkohle gereinigten Schellacklösung lässt sich, auch in grösserem Maassstabe, auf nachstehende einfache Weise leicht bewerkstelligen.

Man schüttet in einen Glaskolben eine beliebige Quantität gelben Schellack, vorher in kleine Stückchen zerbrochen, auf denselben Weingeist von 90 Proc. Tr. und erwärmt auf dem Stufenofen, oder im Sommer in der Sonne, bis der Schellack sich gelöst hat; hierauf setzt man der Lösung etwa so viel feingemahlene Knochenkohle hinzu (nicht so gut die feingemahlene, weil beim Filtriren leicht Kohlentheilchen mit durch das Filter gehen), dass das Ganze ein recht dünner Brei geworden ist. Man verschliesst das Gefäss nicht ganz luftdicht und lässt es so einige Zeit an der Sonne stehen; nach 8 bis 14 Tagen filtrirt man eine kleine Probe ab und sieht zu, ob sie eine hell gelbbraune Farbe angenommen hat und ob sie, bei einem kleinen Versuch, eine klare, reine Politur auf hellem Holz liefert. Ist dieses der Fall, so wird das Ganze durch graues Löschpapier filtrirt, wobei man gut thut, eines Blechtrichters mit doppelter Wandung sich zu diesem Zwecke zu bedienen, ähnlich wie diess zu geschehen pflegt bei der Filtration der spirituösen Seifenauflösungen zur Darstellung der sogenannten Transparent-Seifen, des Opodeldoks u. s. w. In den Zwischenraum des Trichters wird nämlich heisses Wasser gegossen und die obere Oeffnung mit einem Blechdeckel verschlossen. Durch diese Vorrichtung wird die spirituöse Lösung warm erhalten, daher sie schneller durchläuft und die Poren des Papiers nicht verklebt; ferner wird durch die Bedeckung des Trichters das Verdampfen des Weingeistes verhindert. Die erst filtrirte Politur kann besonders aufbewahrt werden, sie wird zum Grundpoliren gebraucht; auf die im Trichter zurückgebliebene Kohle wird nochmals Weingeist aufgegossen, und die durch filtrirte Flüssigkeit zum Nachpoliren, Ueberpoliren, angewandt.

Die durch Knochenkohle gereinigte Schellacklösung ist zwar eine bräunlichgelbe Farbe, ist jedoch völlig klar und durchsichtig; wird sie mit Weingeist verdünnt, so erscheint dieselbe nur noch wenig gelbbraunlich gefärbt, und in diesem Zustande kann sie zur Politur ganz weisser Holzarten, wie Ahorn-, Pappel-, Lindenholz verwandt werden; die Politur des Holzes hat dadurch keinen Stich in's Gelbliche erhalten, denn es ist nur zu berück-

zügen, dass eine starke (concentrirte) Auflösung von gereinigtem Schellack gleichfalls einen Stich in's Gelblich-bräunliche zeigt.

Mehrere hiesige Tischlermeister bedienen sich bei ihren Arbeiten der durch Kohle gereinigten Schellack-Politur und sind mit den erhaltenen Resultaten völlig zufrieden; auch aus Braunau ist mir die Mittheilung geworden, dass dort mit der benutzten Politur allen Anforderungen entsprechende sehr schöne Resultate erhalten worden sind.

### III. Ueber die Darstellung grüner arsenikfreier Kupferfarben.

Im Jahre 1832 wies ich in einer Arbeit: „Ueber die Identität des rothen Farbstoffes in den rothen Blumen und in den vom Herbst roth gefärbten Blättern“ \*) nach, dass das, wie schon der Titel der Abhandlung aussagt, in den genannten Pflanzen-Organen vorhandene rothe Pigment in allen dieselben chemischen Eigenschaften besitzt. Im Jahre 1844 suchte Preisser zu beweisen, dass die verschiedenen, in der Pflanzenwelt vorhandenen Farbstoffe nur verschiedene Oxydationsstufen eines und desselben ursprünglich farblosen Principes seien \*\*).

Ich habe unter meiner Aufsicht in dem Laboratorium des k. k. unigl. Gewerbe-Instituts eine ziemlich grosse Anzahl von Versuchen über das Verhalten der organischen Farbstoffe gegen Reagentien anstellen lassen, indem ich die Ueberzeugung hatte, dass hierdurch Resultate erhalten werden dürften, welche für die technische Chemie nicht ohne Interesse sein möchten, eine Voraussetzung, welche auch in der That als völlig begründet sich erwiesen hat, wie ich durch nachstehende Mittheilungen näher auseinanderzusetzen gedenke.

Ehe ich jedoch zu dem eigentlichen Hauptgegenstande dieser Arbeit übergehe, will ich zu der Abhandlung des Hrn. Preisser merken, im Gegensatz mit der Beobachtung dieses Chemikers, dass als ganz allgemein nothwendig bei den im hiesigen Laboratorium angestellten Versuchen sich herausgestellt hat, eine farblose Verbindung, im aufgelösten Zustande, zwischen Farbstoff und

---

\*) S. Schweigger's Jahrbuch der Chemie etc. Bd. LXV.

\*\*) S. *Journal de Pharmacie*, Mars et Avril 1844, in dies. Journal, t. XXXII. S. 129.

Schwefelwasserstoff annehmen zu müssen, welche jedoch ihre respective Farbe wieder erlangt, wenn das Gas völlig entfernt worden ist. Werden nämlich die Verbindungen der verschiedenen Farbstoffe mit Bleioxyd in Wasser suspendirt und durch einen Strom Schwefelwasserstoffgas zersetzt, das Schwefelblei abfiltrirt, so erscheint die mit Gas im Ueberschuss imprägnirte Flüssigkeit wasserhell; wird dieselbe nun in einem völlig damit erfüllten Kolben, der mit einem Gas-Entwickelungsrohr versehen ist, erwärmt, so tritt, in dem Maasse als Schwefelwasserstoffgas entweicht, auch die ursprüngliche Farbe der zur Untersuchung angewandten Farbstofflösung wieder auf. Diese Resultate wurden erhalten mit den Auflösungen von Chlorophyll, Alkanna, Röthe, rothem Sandelholz und den verschiedenen gelben Pflanzenfarben.

Bei der Untersuchung einiger gelber Lackfarben und der hierauf folgenden Prüfung der gelben Pflanzen-Pigmente gegen Reagentien beobachtete der mit den Versuchen beschäftigte Zögling des Instituts, Lohage, dass einige derselben, mit Kupfervitriol-Lösung und gleichzeitig im Ueberschuss mit Aetzkalkilösung versetzt, sehr schöne grüne Niederschläge erzeugen; fortgesetzte Versuche, mit den wässerigen Auszügen der verschiedensten gelben Pflanzen-Pigmente angestellt, führten zu dem Resultate, dass die Erzeugung grüner Farben von verschiedenen Nüancen, unter Anwendung der oben angegebenen Reactionsmittel, eine den gelben Farbstoffen zukommende allgemeine Eigenschaft sei. So entstand z. B. mit dem Auszug von Wau ein schön hellgrüner, mit Quercitron ein tief dunkelgrüner, mit Gelbholz ein dunkelgrüner, mit Fisetholz ein bläulich-hellgrüner, mit Gutti ein ähnlich gefärbter, mit Gelbbeeren (persischen Beeren) ein herrlich dunkelgrüner, mit Curcuma ein dem Wau ähnlich grüner, mit Orlean ein hellgrüner, mit Berberisholz ein schön dunkelgrüner Niederschlag. Auch aus dem gelb gefärbten Wasser, welches bei der Wasserröste des Flachses erhalten und bisher als völlig nutzlos weggegossen wird, kann durch Zusatz von Kupfervitriol- und Aetzkalkilösung eine tief dunkelgrüne Farbe dargestellt werden.

Zu beachten ist hierbei, dass, sollen die Farben schön ausfallen, es durchaus nothwendig ist, aus den Auszügen der gelben Pflanzen-Pigmente, welche, etwa wie Gelbholz, sehr viel Gerbstoff enthalten, den letztern vorher durch Leimlösung niederzu-

schlagen und die von dem Leimniederschlage abfiltrirte gefärbte Flüssigkeit erst alsdann mit Kupfervitriol- und Aetzkalilösung zu behandeln. Ohne Zusatz von Aetzlauge, durch alleinigen Zusatz von Kupfervitriollösung zu den Farbstoff-Auszügen, entsteht nur eine bläulich-grüne Färbung, nie aber ein schön grüner Niederschlag.

Die gut ausgesüssten und im Trockenofen bei 20 bis 30° C. getrockneten Niederschläge besaßen folgende Eigenschaften: Sie hatten durch die erwähnte Temperatur nichts an Reinheit der Farbe verloren, sie widerstehen daher einer Wärme von 20 bis 30° C.; erst zwischen 50 und 60° C. fängt die grüne Farbe an, in eine mehr olivengrüne überzugehen; bei 100° ist sie olivenbraun geworden. Durch die Einwirkung der Alkalien und des gebrannten Kalks wird die grüne Farbe bei gewöhnlicher Temperatur nicht verändert; auch vom hellen Tageslicht erlitt dieselbe, selbst nach mehreren Wochen, durchaus keine merkliche Veränderung. Die Zusammensetzung der völlig lufttrocknen Niederschläge ergab sich nach der mit ihnen angestellten chemischen Analyse wie folgt: in 100 Theilen aus 72,5 Kupferoxyd, 16,5 Wasser und 11,0 Pigment. Diese Zahlen können als annähernd übereinstimmend für die verschiedenen grünen Niederschläge betrachtet werden. Die Analyse wurde mit den aus Quercitron-Pigment erhaltenen grünen Niederschlägen angestellt.

Die Reinheit der grünen Farben, ihre Beständigkeit gegen Alkalien, Erden und Licht, die Wohlfeilheit ihrer Darstellung, die Nichtanwendung der giftigen arsenigen Säure (weissen Arsens) bei ihrer Bereitung, welche bisher ein nothwendiger Zusatz war für die Gewinnung guter und brauchbarer grüner Farben; alle die genannten Eigenschaften sprechen dafür, dass dieselben für die technische Anwendung als Anstrich- und Tusch-Farben, überhaupt als sogenannte grüne Farbelacke künftig von Wichtigkeit werden können.

Ehe ich zu der Mittheilung der Vorschrift zur Darstellung der genannten Farbelacke in specieller Beziehung übergehe, will ich mir erlauben, auf zwei Fälle aufmerksam zu machen, welche mir begegnet sind und dazu dienen sollen, vor der Anwendung arsenikhaltiger grüner Kupferfarben als Anstrich, vorzugsweise für Schlafstuben, zu warnen, besonders wenn letztere feucht sind

und nicht gehörig gelüftet werden können \*). Es ist hier nicht der Ort und auch nicht mehr nöthig, auf die Giftigkeit arsenikhaltiger Kupferfarben aufmerksam zu machen, da dieser Gegenstand schon oft von allen Seiten als sehr wichtig hervorgehoben worden ist, daher ich weitere Angaben von Vergiftungsfällen durch die genannten Farben füglich zu übergehen mich veranlasst finde. Nur eins mag hier noch erwähnt werden, nämlich, dass selbst die Flüssigkeit, welche bei der Bereitung arsenikhaltiger Kupferfarbe über den entstandenen grünen Niederschlägen steht, noch sehr giftig sein kann, wenn nicht alle arsenige Säure durch das Kupfersalz niedergeschlagen worden ist.

Um die grünen Farben, aus Pflanzen-Pigmenten und Kupfervitriol erzeugt, im grösseren Maassstabe zu bereiten, soll als Repräsentant für alle übrigen die Darstellung des Wau-Grüns mitgetheilt werden, wie es in grösseren Quantitäten von dem etc. Lohage dargestellt wurde. Man nimmt eine beliebige Quantität zerschnittenen Wau, übergiesst ihn in einem blanken kupfernen Kessel mit Wasser und erwärmt die Flüssigkeit auf 50 bis 60° C. Zu der hierauf filtrirten Farbeflotte wird so viel Kupfervitriol-Lösung hinzugesetzt, bis die Flüssigkeit eine tief dunkelgrüne Farbe angenommen hat; nun wird Aetzlauge, etwa von 10° B., so lange hinzugesetzt, bis die über dem entstandenen grünen Niederschlage stehende Flüssigkeit fast wasserhell erscheint. Nur wenn dieser Zeitpunkt eingetreten ist, kann die Darstellung als gelungen betrachtet werden. Der erhaltene grüne Niederschlag wird völlig mit Wasser ausgesüsst und hierauf bei 20 bis 30° C.

---

\*) Zwei Personen, in zwei verschiedenen Familien am hiesigen Orte, die früher sich stets wohl befunden hatten, kränkelten fortwährend, seitdem sie in Stuben schliefen, welche grün angestrichen waren und gleichzeitig die oben angegebenen übeln Eigenschaften hatten, d. h. feucht, dunkel und nicht luftig genug waren. Die chemische Untersuchung des abgeschabten Putzes ergab eine in demselben vorhandene, nicht geringe Quantität Arsenik. Beide Personen erhielten ihr früheres körperliches Wohlbefinden wieder, als sie nicht mehr in den bezeichneten Zimmern schliefen. Ja, in der einen Stube liess sich deutlich genug ein eigenthümlicher, zwar schwacher, aber widerlich knoblauchähnlicher Geruch wahrnehmen, welcher nach Entfernung des Putzes durch Abkratzen und hierauf erfolgtem neuen Uebertünchen der Wände mit einer andern, jedoch nicht grünen Farbe, nicht mehr wahrnehmbar war. Es ist mehr als wahrscheinlich, dass dieser Geruch von dem bekannten, sehr giftigen Eigenschaften besitzenden Arsenik-Wasserstoffgase herzuleiten ist. Dass ferner der Staub von der arsenikhaltigen Farbe für den Arbeiter sehr nachtheilig sein muss, versteht sich wohl von selbst. Vergl. die Chemie der Rechtspflege, von Hünefeld. 1832. S. 209 u. ff.

**rocknet.** Wird der Kupfervitriol-Lösung gleichzeitig Alaun zugesetzt, und statt mit Aetzlauge mit kohlensaurem Alkali gefällt, lassen sich verschiedene Nüancen hervorbringen, welche fast ein weit tieferes Grün darstellen, als die bisher bekannt gewordenen Sorten des grünen Ultramarins, welchen man als Ersatzfarbe für die giftigen arsenikhaltigen Kupferfarben vorgezogen hat, und es ist der Hoffnung Raum zu geben, dass durch genannten grünen Farben, aus Pflanzen-Pigmenten und Kupfervitriol gebildet, die arsenikhaltigen Kupferfarben sich mit der Zeit verdrängen lassen. — So wie das Wau-Grün werden auch anderen grünen Farben dargestellt, nur dass, wie oben schon bemerkt, aus den gerbstoffhaltigen Auszügen der Gerbstoff durch Gummilösung vorher niedergeschlagen werden muss. — Was die Benennung der verschiedenen grünen Pigmente anlangt, so wird am zweckmässigsten sein, dieselben mit dem Namen des zur Bereitung angewandten Farbstoffes zu bezeichnen, also z. B. Gelbzgrün, Avignongrün, Berberisgrün u. s. w.

Schliesslich will ich noch anführen, dass man auch recht annehmbar violette Lackfarben darstellen kann, wenn z. B. Rothholzbeflotten mit Alaun- und Kupfervitriol-Auflösung versetzt und dann durch kohlensaure Alkalien niedergeschlagen werden; es sich auch hier verschiedene Farbenüancen, nach einem verhältnissmässigen Zusatz von Kupfervitriol gegen Alaun, hervorgehen lassen, versteht sich von selbst; selbst diese zarten Lackfarben, mit Gummilösung angerieben und auf Papier aufgestrichen, in hellen Tageslichte Wochen lang ausgesetzt, verloren Nichts der Reinheit und Zartheit der ursprünglichen Farbe. Dass übrigens die Pflanzen-Pigmente, mit Metalloxyden verbunden, als genannte Lackfarben der Einwirkung des Lichts bei weitem besser widerstehen als im freien Zustande, habe ich schon vor mehreren Jahren zu zeigen versucht \*).

---

\*) Vergl. Bericht des Breslauer Gewerbe-Vereins von Ostern 1831—32. S. 8; auch habe ich damals schon auf die mögliche technische Anwendung der Niederschläge von Metalloxyden in Verbindung mit den verschiedenen Farbstoffen aufmerksam gemacht. Es ist also hiermit ein weites Feld für die Darstellung der Lackfarben eröffnet.

## LV.

# Ueber die Einwirkung des Jods auf einige Salze und die daraus abgeleiteten Producte.

Von

**F i l h o l.**

(*Journ. de Pharm. et de Chim. III. Série. 3. Année. Decbr. 1844.*)

Vor einigen Jahren erhielt Berthelot zuerst eine schöne blaue Verbindung von Jod und Blei, welche bald darauf von Denot erwähnt und später von Durand studirt wurde.

Um die Zusammensetzung dieser Verbindung auszumitteln, untersuchte ich zuerst die der Auflösungen, welche zu deren Darstellung gedient hatten. Das Resultat dieser Untersuchung zeigte, dass bei der Einwirkung von Jod auf kohlensaures Blei in der Kälte zweifach-kohlensaures Salz, Jodmetall und jodsaures Salz gebildet werde.

Bei der Prüfung des Verhaltens einer Auflösung von Zweifach-Jodkalium auf essigsaures Blei erhielt ich einen violett-rothen Niederschlag, welcher sehr unbeständig war und beim Erhitzen bis auf  $110^{\circ}$  26,66 Proc. oder 1 Aeq. Jod verlor und einen Rückstand von der Zusammensetzung  $J_2 Pb + Pb O$  hinterliess.

Wenn man die Temperatur nicht über  $110^{\circ}$  steigen lässt, so hat dieser Rückstand eine schöne grüne Farbe; ist dagegen die Temperatur bis auf  $130—140^{\circ}$  gestiegen, so verliert er seine grüne Farbe und wird gelb, ohne auch nur die geringste Spur Jod zu verlieren.

Die Zusammensetzung dieses rothen Niederschlages ist so, dass man sie für Zweifach-Jodblei mit Bleioxyd ( $2 J_2, Pb + Pb$ ) oder für  $J_2 Pb + J_2 Pb O$  ansehen kann.

Essigsäure zersetzt dieses Salz, es wird Jod frei, indem die Essigsäure Bleioxyd aufnimmt, und es hinterbleibt ein neues Oxid jodür  $2 J_2 Pb + Pb O$ .

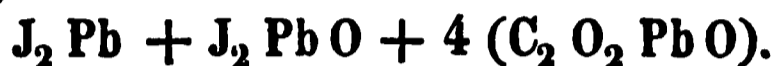
Dieser rothe Niederschlag macht nun einen Bestandtheil von dem oben erwähnten blauen Körper aus. Es genügt, um dies darzustellen, das noch feuchte Pulver des rothen Niederschlages mit kohlensaurem Bleioxyde im *statu nasc.* zusammen zu bringen oder besser, sich einer Flüssigkeit zu bedienen, welche beide a

einmal erzeugt. Dieses blaue Pulver ist eine Zusammensetzung einer eigenen Art, die ich *Bleijodocarbonat* zu nennen vorschlage.

Man erhält dasselbe sehr schön, wenn man mit einer Lösung von essigsaurem Bleioxyd ein Gemenge von einem Theile Zweifach-Jodkalium und 4 Theilen kohlensaurem Kali fällt.

Endlich kann man das gewöhnliche gelbe Jodblei in ein schön blaues Pulver umwandeln.

Die Analyse dieses blauen Pulvers bestimmte mich zur Annahme der folgenden Formel:



## LVI.

### Literarische Nachweisungen.

*Annalen der Physik und Chemie. Von Poggendorff.*  
1845. No. 3.

*Ueber d. Einfluss d. Elemente auf die Siedehitze. Von H. Schröder.*

*Ueb. d. Bestimmung d. Chlorwasserstoffsäure in einer Flüssigkeit, die freies Chlor enthält. Von Koene.*

*Untersuchung einiger natürlicher u. künstl. Verbindungen der Phosphorsäure. Von Rammelsberg. (Schluss.)*

*Ueber das Königswasser, die Untersalpetersäure als Oxydationsmittel etc. Von Koene.*

*Notiz über Zusammensetzung d. Titaneisens. Von Scheerer.*

*Ueber Zinkoxysulfuret. Von C. Kersten.*

#### No. 4.

*Ueber den Zusammenhang zwischen Atomvolumen u. Atomgewichten der flüssigen organ. Verbindungen. Von C. Löwig.*

*Ueb. die Wirkung liquescirter Gase. Von Donny u. Mareska.*

*Ueber das Polin des Hrn. Prof. Osann. Von Claus.*

*Ueber die Pflanzenernährung. Von Grisebach.*

#### No. 5.

*Ueber die Natur des Ozons. Von Schönbein.*

#### No. 6.

*Ueber das Ozon. Von Schönbein.*

*Untersuchung des Platinrückstandes nebst vorläufiger Ankündigung eines neuen Metalles. Von Claus.*

**Ueb. d. Xanthin. Von Unger.**

**Ueber die Milch d. Kuhbaumes. Von Heintz.**

**Ueber die Natur des aus der Wechselwirkung von schwefliger Säure und Untersalpetersäure entstehenden Products etc. Von Koene.**

**Ueb. die Fabrication der Schwefelsäure. Von Demselben.**

**Beiträge zur Kenntniss norwegischer Mineralien. Von Scheerer.**

**Ueber d. Geokronit. Von Kerndt.**

**Ueb. d. Carlsbader Mineralwasser. Von H. Rose.**

**Ueber Zersetzung der Schwefelcyan-Schwefelmetalle durch Schwefelwasserstoff. Von Völckel.**

**Neue Erden in den Zirkonen. Von Swanberg.**

**Ueber die Atomgewichte des Schwefels u. Goldes. Von Berzelius.**

## Literatur.

**Anfangsgründe der quantitativen mineralogisch- und metallurgisch-analytischen Chemie, durch Beispiele erläutert. Als Einleitung zu H. Rose's Handbuch der analytischen Chemie, für Anfänger bearbeitet von C. F. Rammelsberg, Dr. d. Phil., Privatdocent etc. zu Berlin. Berlin, Verlag von C. G. Lüdertitz. 1845.**

**Quellen-Literatur der theoretisch-organischen Chemie, oder Verzeichniss der vom Anfange des letzten Viertheils des vorigen Jahrhunderts bis zum Schlusse des Jahres 1844 ausgeführten chemischen Untersuchungen über die Eigenschaften und die Constitution der organischen Substanzen, ihrer Verbindungen und Zersetzungsproducte etc. Von Emil Th. Wolff, Dr. d. Phil. Halle, Eduard Anton. 1845.**

**Neue Beiträge zur Chemie und Physik. Von Dr. G. W. Osann. Mit galvanokaut. Abbildungen. Des 1. Beitrags 4. Lieferung. Würzburg, Voigt u. Mocker. 1845.**

**Grundzüge der Krystallographie. Von Dr. J. Müller, Professor etc. Mit 123 Holzschnitten. Braunschweig, Vieweg u. Sohn. 1845.**

(Besonderer Abdruck aus Graham-Otto's Lehrbuch d. Chemie.)

**Dumas's Handbuch der angewandten Chemie. Aus dem Franz. von Buchner. 31. Lieferung. Nürnberg, J. L. Schrag. 1845.**

## LVII.

# Ueber die Einwirkung des Sauerstoffes auf das Blut und seine Bestandtheile.

Von

**B. F. Marchand.**

Vor acht Jahren hat Hr. G. Magnus eine Untersuchung über im Blute enthaltenen Gasarten publicirt, in welcher er die there Ansicht, dass keine *freie* Kohlensäure im Blute enthalten, durch eine Anzahl einfacher und überzeugender Versuche herlegt\*), und in der er zugleich den Beweis führt, dass neben dieser Gasart noch eine gewisse Menge Sauerstoff und Stickstoff als Bestandtheile darin enthalten seien. Die scharfsinnigen Methoden, deren sich Hr. Magnus bedient hat, die grosse Genauigkeit, mit welcher seine Versuche ausführte, waren kein Schutz gegen Angriffe, die von verschiedenen Seiten gegen Ergebnisse einer Untersuchung gerichtet waren, die sich des Beifalls sämtlicher Physiologen mit so vielem Rechte erfreute.

Der letzte Angriff geschah von Seiten des Hrn. Gay-Lussac. In Verbindung mit Magendie hatte er einige Versuche angestellt\*\*), mit denen er die Schlüsse, welche Hr. Magnus aus den seinen zog, zu widerlegen meinte. Man konnte, bei Betrachtung der Autoritäten, die sich gegenüberstanden, einen Augenblick zweifelhaft sein, ob ein für die Respirationstheorie mit Mühe und Anstrengung gewonnenes und so freudig begrüßtes Resultat aus den dadurch verbesserten Theorien wieder entfernt werden müsste.

Hr. Magnus hat einen Theil seiner früheren Versuche wiederholt und sich namentlich davon überzeugt, dass der von dem Blute aufgenommene Sauerstoff wenigstens grössten Theils nur mechanisch absorbirt ist und durch andere Gasarten, z. B. durch Kohlensäure, wieder ausgetrieben werden kann \*\*\*).

---

\*) Poggend. Ann. XL. 583. 1837.

\*\*) Compt. rend., Annales de Chim. et de Phys. III. Sér. T. XI. p. 1.

\*\*\*) Der Auszug aus Hrn. Magnus's Abhandlung, welcher sich in den Acten der Berliner Academie befindet, folgt in nachstehender Note:

„Hr. Magnus erwähnte zunächst die verschiedenen Ansichten, welche über den Vorgang der Respiration aufgestellt hat, und hob gegen Journ. f. prakt. Chemie. XXXV. 7.

Bei meinen Untersuchungen über die Respiration machte ich die Beobachtung, welche schon von andern Naturforschern an-

sämmtliche Theorien, welche eine chemische Vereinigung des Sauerstoffs mit dem Blute in den Lungen annehmen, besonders hervor, dass nicht zu begreifen sei, wie Blut, wenn seine arterielle Farbe durch Oxydation orange ist, nachdem es durch Schütteln mit Kohlensäure dunkel geworden, durch Sauerstoff oder atmosphärische Luft wieder hellroth werden und die frühere arterielle Farbe wieder annehmen könne. Denn Kohlensäure vermag nicht das Blut zu desoxydiren, und wie soll man sich vorstellen, dass das durch oxydirte Blut, ohne desoxydirt zu sein, zum zweiten und zum dritten Male und so oft man will, wieder oxydirt werden könne? Dieser Einwand schien dem Verf. so entscheidend, dass er ihn für genügend hält, um jede Theorie zu widerlegen, welche eine chemische Vereinigung des Sauerstoffes mit dem Blute voraussetzt.“

„Darauf wendet sich derselbe zu der von ihm im Jahre 1837 aufgestellten Theorie, nach welcher der eingeathmete Sauerstoff sich nicht chemisch mit dem Blute verbindet, sondern nur absorbirt wird und so in die Capillar-Gefässe gelangt, wo er, zur Oxydation gewisser Substanzen verwendet, diese in Kohlensäure, vielleicht auch in Wasser umwandelt. Die Kohlensäure wird dann statt des Sauerstoffes von dem Blute absorbirt und gelangt mit diesem in die Lungen zurück, um bei Berührung mit der atmosphärischen Luft ausgeschieden zu werden, worauf eine neue Quantität von Sauerstoff statt ihrer absorbirt wird und dieselben Veränderungen bewirkt.“

„Die Quantitäten von Sauerstoff, welche damals mittelst der Luft aus dem Blute abgeschieden werden konnten, waren nur gering. Der Verf. hat sich jetzt bemüht, grössere Quantitäten daraus darzustellen und überhaupt mit dem Absorptionsvermögen des Bluts, namentlich für Sauerstoffgas, beschäftigt.“

„Zu dem Ende wurde das Blut mit immer erneuten Portionen atmosphärischer Luft geschüttelt, und um zu untersuchen, wie viel Luft es nach absorbirt enthalte, wurde es in ein übrigens ganz mit Quecksilber gefülltes Gefäss gebracht, das mit einem eisernen Hahne verschlossen war. Dasselbe wurde auf ein zweites, gleichfalls mit einem Hahne verschlossenes Gefäss geschraubt, welches Kohlensäure enthielt. Bei dem Oeffnen der Hähne fiel das Quecksilber herab und es stieg Kohlensäure zum Blute. Darauf wurden die Gefässe getrennt und das Blut anhaltend mit der Kohlensäure geschüttelt. Sodann schraubte man das Gefäss auf ein anderes, ganz mit Quecksilber gefülltes Gefäss und liess das Gas sich in diesem sammeln. Darauf wurde wieder auf dieselbe Weise Kohlensäure zum Blute gebracht, dasselbe von Neuem geschüttelt und das Gas sodann gleichfalls in diess Gefäss gebracht, und so diess Verfahren mehrere Male wiederholt. Schliesslich wurde das aufgesammelte Gas untersucht, indem die Kohlensäure durch kaustisches Kali absorbirt, der Sauerstoff durch Verpuffen mit Wasserstoff bestimmt und der Rest für Stickgas genommen wurde.“

„So einfach diese Versuche auch sind, so war es anfangs doch nicht möglich, sie auszuführen, weil die Zeit, welche verging, bis der Schaum nach jedem Schütteln sich gesetzt hatte, so gross war, dass das Blut vor Beendigung des ganzen Versuchs sich zu zersetzen anfing. Erst später gelang es, diesem Uebelstande durch Anwendung eines Tropfens Oel abzu- helfen, der, auf die Oberfläche des Bluts gebracht, den Schaum sehr bald verschwinden machte.“

„Mannigfaltig wiederholte Versuche, welche nach dieser Methode an Blut von Kälbern, Rindern und Pferden angestellt sind, haben ziemlich übereinstimmende Resultate geliefert, nämlich keiner weniger als 10 Pro-

Art wird, dass nämlich die Thiere, welche reines Wasserstoffgas oder Sauerstoffgas athmen, in jenem Falle neben der

keiner mehr als 12,5 Proc. Sauerstoff vom Volumen des Bluts, und noch weniger als 1,7 Proc. und keiner mehr als 3,3 Proc. Stickgas, reducirt auf 0° Temperatur und den mittleren Barometerstand.“

„Das Verhältniss, in welchem sich Sauerstoff und Stickgas in der aus dem Blute erhaltenen Luft befinden, liefert noch einen indirecten Beweis, dass keine Luft während der Versuche von Aussen in die Gefässe eingeblasen war, denn in diesem Falle müssten die gefundenen Mengen beider Gase nahe in dem Verhältniss zu einander stehn, in welchem sie in der Atmosphäre enthalten sind, während hier der Sauerstoff gewöhnlich 3-, oft 5mal mehr betrug als das Stickgas.“

„Wiewohl der Unterschied von 10 zu 12,5 Proc. nicht unbedeutend ist, könnte es doch auffallend erscheinen, dass die Versuche noch so gut mit einander übereinstimmen, zumal sie, wie schon oben bemerkt, nicht die ganze Menge der absorbirten Gase liefern, und man um so viel mehr Gas ablassen musste, je öfter man die Kohlensäure über dem Blute erneuert. Diess ist auch in der That der Fall, allein nach 3—4maliger Erneuerung war die Vermehrung des Gases stets nur so gering, dass sie innerhalb der Beobachtungsfehler fiel. Ausserdem sind alle Versuche unter fast gleichen Umständen ausgeführt. Gewöhnlich wurden gegen 400 Cb.C. Blut angewandt, nur bei einzelnen Versuchen weniger. Zu wenig darf man nicht nehmen, sonst ist die Quantität des erhaltenen Gases zu gering. Das Volumen der Kohlensäure, welche jedesmal mit dem Blute geschüttelt wurde, betrug weniger als das des angewandten Blutes. Sehr viel grösser konnte es nicht genommen werden, weil sonst die Gefässe, wenn sie ganz mit Quecksilber gefüllt waren, sich zu schwierig handhaben liessen und zu leicht zerbrechen konnten. Sie mussten schon bei der jetzigen Grösse von etwa 10 Cb.C. Inhalt aus sehr starkem Glase besonders angefertigt werden. Sie haben eine hohe cylindrische Form mit engem Hals und waren nach Cubikcentimetern eingetheilt.“

„Die Quantität von Sauerstoff, welche in Folge dieser Versuche das Blut zu absorbiren vermag, ist, wie der Verf. gezeigt hat, hinreichend, um zu nehmen zu können, dass die ganze eingeathmete Luftmenge vom Blute absorbirt werde. Allein es war zweifelhaft, ob das arterielle Blut eben so viel Sauerstoff enthalte als dieses wiederholt mit atmosphärischer Luft geschüttelt, und ob nicht die erhaltenen Quantitäten nur ein geringer Theil des wirklich aufgenommenen Sauerstoffes waren.“

„Um diess zu erfahren, wurden die Versuche so abgeändert, dass das Blut zuerst mit immer neuen Quantitäten von Kohlensäure geschüttelt wurde, um alles absorbirte Sauerstoff- und Stickgas zu entfernen. Darauf wurde, ähnlich wie vorhin erwähnt, das Blut wiederholt mit abgemessenen Mengen atmosphärischer Luft geschüttelt und die zurückbleibende Luft wiederum gemessen, so wie ihr Gehalt an Kohlensäure, Sauerstoff und Stickgas auf der vorhin erwähnte Art bestimmt, wodurch sich die Menge des aufgenommenen Sauerstoffes und Stickstoffes ergab. Bei mehreren auf diese Weise ausgeführten Versuchen betrug die Aufnahme des Sauerstoffes im Minimum 10 Proc. und im Maximum 16 Proc. vom Volumen des Blutes. Von Stickstoff wurde einige Male bis zu 6,5 Proc. aufgenommen.“

„Bei einem Versuche der Art war Kalbsblut anhaltend mit atmosphärischer Luft geschüttelt worden, hierauf wurde es wiederholt mit Kohlensäure geschüttelt. Es gab dadurch ab 11,6 Proc. seines Volumens Sauerstoff, absorbirte aber dagegen 154,9 Proc. Kohlensäure. Darauf wurde diess Blut wieder mit einzelnen Portionen eines abgemessenen Quantum von atmosphärischer Luft geschüttelt und nahm dabei auf 15,8 Proc. Sauerstoff, gab

Kohlensäure noch Sauerstoff und Stickstoff, in diesem natürlich nur Stickstoff ausathmen. Ich habe die Thiere, ehe das Gas ihnen dargeboten wurde, in ein fast vollkommenes Vacuum gebracht, und war somit sicher, keine und nur höchst unbedeutende Luftreste in den Lungen der Thiere zu haben.

Diese Erscheinung scheint mir mit Bestimmtheit zu erweisen, dass die drei Gasarten: Sauerstoff, Stickstoff und Wasserstoff dem Blute enthalten seien. Ehe ich mich damit beschäftigte, die Mengen dieser Gasarten in den verschiedenen Blutarten und in verschiedenen Zuständen des Thieres zu bestimmen, so suchte ich mich davon zu überzeugen, welche Rolle der Sauerstoff bei dem ersten Acte der Respiration spiele, nämlich in dem Augenblick seiner Aufnahme in den Lungen, ob er in dem arteriellen Blute aufgelöst sein könne, ohne eine chemische Reaction auszuüben, ob er bis in das Capillargefäßssystem fortgeführt werden könne, um erst dort in Thätigkeit zu treten.

Die Versuche, welche ich über diese Fragen angestellt habe, sind es, welche ich hier mittheile; sie sind weit entfernt, ein

aber zugleich ab 138,4 Proc. Kohlensäure. Endlich wurde es nochmals mit Kohlensäure geschüttelt und gab dadurch wieder ab 9,9 Proc. Sauerstoff, während es 92,1 Proc. Kohlensäure absorbirte.“

„Es geht hieraus hervor, dass man durch Schütteln mit Kohlensäure fast die ganze Menge des von dem Blute aufgenommenen Sauerstoffes wieder abscheiden kann, was wohl der schlagendste Beweis dafür sein möchte, dass der Sauerstoff nicht chemisch mit dem Blute verbunden, sondern nur absorbirt in ihm enthalten ist.“

„Die Versuche zeigen, dass das Blut im Stande ist, sein ein- und ein halbfaches Volumen an Kohlensäure zu absorbiren, ein Resultat, das auch schon andere Beobachter erhalten haben. Sie zeigen ferner, dass es 10 bis 12,5 Proc. seines Volumens an Sauerstoff aus der Atmosphäre aufzunehmen vermag, also 10- bis 13mal mehr als Wasser unter denselben Umständen, und dass die Aufnahme des Stickstoffes bis zu 6,5 Proc. steigt.“

„Ausserdem sind Versuche nach der oben beschriebenen Methode an wirklich arteriellem Blute von Pferden angestellt, die freilich schon sehr vorgerückt an Jahren waren. Durch das Schütteln mit Kohlensäure wurde erhalten:

Sauerstoff.	Stickstoff.
10,5	2,0
10,0	3,3,

woraus hervorgeht, dass mindestens so grosse Quantitäten von Sauerstoff im arteriellen Blute des Pferdes enthalten sind.“

„Hierauf zeigt der Verf., dass, von welchen Beobachtungen über die Quantität der eingeathmeten Luft und des Blutes, das in einer gegebenen Zeit in die Lungen strömt, man ausgehen möge, das Blut nicht mehr als die Hälfte des Sauerstoffes aufnimmt, den die erwähnten Versuche darthun nachgewiesen haben. Dieser Antheil wird also jedesmal in den Capillargefäßen verbraucht, und der Rest, eventuell die andere Hälfte, bleibt in den venösen Blute.“

Widerlegung der Magnus'schen Versuche zu sein; sie sollen sie nur in einigen Puncten erweitern.

Es ist früher die Vermuthung ausgesprochen worden, dass die Kohlensäure-Entwicklung aus dem Blute bei der Respiration und beim Hindurchleiten des Wasserstoffgases durch das Blut, aus dem im Blute enthaltenen sauren kohlensauren Natron herrühren könne \*). Diese Meinung ist später zurückgenommen worden, indem die Existenz dieses Salzes im Blute problematisch erschien. Man kann jedoch nicht läugnen, dass eine gewisse Aehnlichkeit existirt zwischen dem Zustande der Kohlensäure im Blute und des zweiten an Wasser gebundenen Aequivalents in den alkalischen Bicarbonaten; namentlich zeigt diess das Verhalten beider im Vacuum, beim Erhitzen und bei der Behandlung mit indifferenten, hindurchstreichenden Gasen. Ich habe daher untersucht, auf welche Weise sich die Lösung des doppelt-kohlensauren Natrons gegen hindurchstreichende Luft verhalte.

Hr. Magnus hatte schon gefunden, dass Kohlensäure auf die erwähnte Art aus der Lösung des Salzes ausgetrieben werden könne, aber nicht die Menge derselben bestimmt. Nach den Versuchen von H. Rose war es wahrscheinlich, dass das Bicarbonat vielleicht vollständig in das einfache übergeführt werden könne \*\*).

Da unzweifelhaft die Temperatur auf diese Reaction einen wesentlichen Einfluss ausübt, so stellte ich den Versuch bei 0° und 38° C. an, um in letzterem Versuche einigermaassen die Verhältnisse, wie sie im Blute stattfinden, nachzuahmen.

Durch eine bei 0° vollkommen gesättigte Auflösung von reinem sauren kohlensauren Natron, deren Volumen 140 Cb. C. betrug, wurde ein starker Strom feuchter atmosphärischer Luft geleitet, während die in einem hohen Glaszylinder sich befindende Flüssigkeit stets von schmelzendem Eise umgeben war. Nachdem anderthalb Millionen Cubikcentimeter Luft hindurchgeströmt waren, untersuchte ich die Zusammensetzung der Lösung, indem ich in zwei abgewogenen Mengen einmal das Natron, einmal die Kohlensäure bestimmte. Ich fand auf 1,785 Grm. Natron 1,892 Grm. Kohlensäure, oder auf 390 Theile Natron 402 Theile Kohlensäure.

---

\*) Liebig im Handwörterbuch, Bd. I. S. 900.

\*\*) Rose in Poggend. Ann. XXXIV. 160.

Diess ist das Verhältniss wie 2 Aeq. Natron zu 3 Aeq. Kohlensäure, denn dieses Verhältniss würde sein 2.390 Na zu 2.412. Man kann daher mit Recht annehmen, dass auf diese Weise saure kohlensaure Salz in das Sesquicarbonat umgewandelt wird.

Als die bei 0° gesättigte Lösung bis 38° C. erwärmt wurde und während der ganzen Behandlung auf dieser Temperatur gehalten, so leitete ich zwei Millionen Cubikcentimeter Luft durch. Die Kohlensäure-Entwicklung war diessmal viel stärker als vorher. Ausser den durchstreichenden Luftblasen stiegen zahlreiche feine Gasperlen in die Höhe, und das durchströmte Gas zeigte den deutlichen Geruch nach Kohlensäure.

Nachdem diese grosse Menge Luft durch die Lösung geströmt war, wurde ihre Zusammensetzung geprüft. Auf 390 Theile Natron waren diessmal 290 Theile Kohlensäure enthalten. Ich zweifle nicht, dass ein noch anhaltenderer Luftstrom das Verhältniss endlich auf 390:275 gebracht haben würde, und hielt es für überflüssig, diesen Versuch noch weiter auszudehnen.

Auf diese Weise überzeugte ich mich, dass der Sauerstoff auch wenn er nicht chemisch auf das Blut einwirkte, doch die Kohlensäure-Entwicklung aus dem Blute veranlassen konnte, wenn diese im freien Zustande sich darin befände oder wenn sie nicht mit grösserer Kraft gebunden sei als das zweite Aeq. Bicarbonat.

Es fragte sich nun, ob die Kohlensäure, welche durch die in das Blut eintretende Luft ausgetrieben wird, aus diesem mechanisch abgeschieden wird, oder ob sich unmittelbar durch ihren Einfluss auf die Bestandtheile des Blutes Kohlensäure erzeugt; ob also die Meinung, die Kohlensäure-Bildung finde im Capillargefässsystem statt, völlig begründet sei oder nicht?

Um darüber Gewissheit zu erlangen, wurden folgende Versuche angestellt: Aus der Fähigkeit des Faserstoffes, sich mit dem Sauerstoff direct zu verbinden, hat Liebig bekanntlich einen Einwurf hergeleitet, gegen die Versuche von Magnus, in dem freier Sauerstoff in beiden Blutarten gefunden wurde \*).

\*) Man kann daraus natürlich nicht schliessen, dass auf diese Weise sich das Sesquicarbonat darstellen lasse, indem die Lösung bei der KrySTALLISATION sich in saures und neutrales Salz trennen kann. Vergl. Rose und Hermann in dies. Journ. XXVI. 312.

\*\*) Handwörterbuch, Bd. I. S. 899.

prüfte daher zunächst venöses Blut des Hundes auf seinen Sauerstoffgehalt. Diese nur qualitative Analyse wurde so ausgeführt, dass das Blut aus der Vene durch vier Canäle unter Quecksilber in einer mit Quecksilber gefüllten Flasche aufgefangen wurde, in der sich eine kleine Menge reiner Kohlensäure und etwas Oel befand. Das Blut kam mit der atmosphärischen Luft durchaus nicht in Berührung. Das Quecksilber war zuvor mit Kohlensäure geschüttelt, um die Luft, die es enthielt, abzugeben \*).

Die unter Quecksilber mit einem guten, mit einem Stahlhahn versehenen Kork verschlossene Flasche wurde mit dem darin enthaltenen Quecksilber stark geschüttelt, um den Faserstoff zu coaguliren; der Kork selbst wurde darauf mit Siegellack überzogen und der Hahn mit einem Gasleitungsrohr versehen, das unter eine mit Quecksilber gefüllte Glocke tauchte. Der Hahn wurde geöffnet und der Apparat auf den Teller der Luftpumpe gesetzt.

Beim Auspumpen schäumte das Blut nur unbedeutend, da das Oel dasselbe fast völlig verhinderte; die wenigen und kleinen Blasen gelangten nicht in den Hahn, da sie in der Kohlensäure-Atmosphäre zerplatzten. Das sich entwickelnde Gas strömte unter die Glocke mit Quecksilber und wurde auf diese Weise getrennt vom Blute aufgefangen. Die Pumpe evacuirte bis auf eine Linie und noch stärker. Diese Luftverdünnung ist nothwendig, um bei diesem Versuch ein Resultat zu erhalten. Beim Einströmen der Luft in die Glocke zog sich natürlich das scheinbar sehr bedeutende Gasvolumen ausserordentlich zusammen, und die ausgeschiedene Menge war zu unbedeutend, als dass ich hätte eine Analyse, etwa durch Wasserstoff u. s. w., ausführen können. Es wurde daher mittelst eines Hebers eine durchaus farblose Auflösung von Kupferoxydul-Ammoniak in die Glocke gebracht. Diese färbte sich augenblicklich tief blau, so dass die Gegenwart des Sauerstoffes unverkennbar sich kund gab.

Ein Gegenversuch, welcher mit Kohlensäure angestellt wurde, die auf gleiche Weise über mit Kohlensäure behandeltem Quecksilber aufgefangen war, zeigte keine blaue Färbung des Kupfer-

---

\*) Bei genauen Gasversuchen, welche über Quecksilber angestellt werden, ist es nothwendig, auf den Luftgehalt des Quecksilbers Rücksicht zu nehmen. In einer Abhandlung über die quantitative Bestimmung des Stickstoffes bei organischen Analysen werde ich mit Erdmann auf diesen Punct ausführlicher zurückkommen.

oxydul-Ammoniaks, so dass also im erstern Falle der Sauer nicht ein zufälliger, durch einen Beobachtungsfehler herbeeführter sein konnte.

Ich untersuchte nun die Einwirkung des Sauerstoffes auf Blut und seine Bestandtheile, um mich zu überzeugen, ob selbe durchaus mechanischer Art, oder mit chemischer Reaction verbunden sei.

Zuerst wurde geschlagenes Pferdeblut völlig seiner Gase namentlich der Kohlensäure beraubt. Ich erlangte diess auf einem etwas umständlichen Wege, für den ich jedoch kein bequemeren aufzufinden wusste, ohne die Form der Blutbestandtheile gänzlich zu zerstören.

Das Glas, in welchem sich das geschlagene Blut befand, mit einem doppelt durchbohrten Kork verschlossen. Durch den gingen zwei rechtwinklig gebogene Glasröhren, deren einer auf den Boden der Flasche reichte. Die zweite mündete unmittelbar in dem Kork. Eine kleine Menge Oel befand sich am Anfang an in der sonst vollkommen mit Blut gefüllten Flasche. An diese Flasche wurde durch die kurze Röhre eine zweite, so vorgerichtete leere Flasche gebracht, in der sich wenige Tropfen Oel befanden. Mit der erstern Flasche wurde ein an einem halb durchbohrten Hahn verbunden, an dessen seitwärtsgehender Schenkel ein in Quecksilber tauchendes Glasrohr gebracht, der dritte Schenkel stand mit einem Wasserstoffgasapparat in Verbindung, aus welchem trockner und reiner Wasserstoff wickelt wurde.

Der Wasserstoff wurde eine Zeit lang durch das Blut geleitet, welches etwas aufschäumte, oder, mehr mechanisch gehoben, der ersten vollen Flasche in die zweite überging, jedoch in kleiner Menge. In der zweiten Flasche schäumte das Blut mehr. Als vor die zweite Flasche eine dritte, mit Baryt gefüllte gebracht war, so trübte sich diess augenblicklich. Der zweiten Flasche wurde nun eine sehr stark evacuierende Pumpe in Verbindung gebracht, deren Hahn hinter der Flasche geschlossen, so dass der Wasserstoff durch das Glasrohr durch das Quecksilber entweichen musste, und das Blut eine Viertelstunde lang fortwährend ausgepumpt. Dann wurde nun mit Vorsicht geöffnet. Der Wasserstoff, welcher etwas gespannt hatte, stürzte in den leeren Raum hinein;

Druck im Apparat dem der Luft nach einiger Zeit gleich geworden war, wurde von Neuem der Hahn geschlossen, die Pumpe in Thätigkeit gesetzt und so fortgefahren, bis das Blut an das hindurchströmende Wasserstoffgas keine Kohlensäure mehr abgab, bis nämlich das Barytwasser in 15 — 30 Minuten nicht getrübt wurde \*).

Der Wasserstoffapparat wurde nun mit einem Gasometer vertauscht, welcher reines Sauerstoffgas enthielt; dieses wurde noch einmal durch Kalilösung und sodann über festes kaustisches Kali geleitet, ehe es in das Blut trat, um selbst keine Spur von Kohlensäure mit fortzuführen. Nachdem man die Farbenveränderung an dem vorher ganz dunkeln Blute in die hellrothe Farbe wahrnehmen konnte, trat eine sehr schwache Trübung im Barytwasser ein, welche kaum bis zu einer Fällung von kohlensaurer Baryterde fortschritt. Da *möglicher Weise* noch etwas Kohlensäure im Blute enthalten gewesen sein konnte, so wurde durch dieses Blut von Neuem Wasserstoff geleitet und mit Hülfe der Luftpumpe diess so lange fortgesetzt, als noch die Barytlösung getrübt wurde. Nachdem ebenfalls nach Viertelstunden langem Hindurchströmen der Wasserstoff keine Beimischung von Kohlensäure zeigte, wurde von Neuem Sauerstoff hinzugeleitet. Die Kohlensäurebildung erschien nicht mehr, der Sauerstoffstrom konnte so lange unterhalten werden, als man nur wollte.

Hierbei muss ich der Farbenveränderungen erwähnen, welche das Blut erleidet, wenn es diesen Behandlungen unterworfen wird. Als das Venenblut mit Wasserstoff behandelt wurde, so änderte sich seine dunkelrothe Farbe in eine mehr braune um; eine Farbenveränderung, welche höchst unbedeutend ist, die jedoch auch schon von andern Personen bemerkt worden ist. Ich habe niemals gesehen, dass das Venenblut durch das Wasserstoffgas heller geworden wäre, wie es von Einigen angegeben wird \*\*). Viel deutlicher wird die Reaction, wenn man Wasserstoffgas auf arterielles, oder durch Sauerstoff geröthetes Blut wirken lässt; dann tritt nach einiger Zeit eine ausserordentlich dunkle Farbe ein,

---

\*) Bei diesem und den folgenden Versuchen bin ich durch die thätige Hülfe des Hrn. Stud. med. Gustav Simon sehr wesentlich unterstützt worden.

\*\*\*) J. Vogel in Wagner's Lehrbuch der Physiologie, 2. Aufl. S. 270.

welche durch neu hinzugefügten Sauerstoff bald wieder in die rothe Farbe zurückverwandelt wird \*).

Es fragte sich nun, nachdem ich mich überzeugt hatte, dass ein völlig von Kohlensäure befreites Blut durch Behandlung mit freiem Sauerstoff durchaus keine Kohlensäure entwickele, wie hiermit die bekannte Erfahrung von Scherer stimme?

Nach den von Scherer angestellten Versuchen zeigt das Fibrin eine grosse Neigung, sich mit dem Sauerstoff zu verbinden und Kohlensäure zu liefern \*\*). Scherer's Versuch erstreckte sich jedoch auf einen Zeitraum von acht Tagen, in welchem 2 Cb. C. feuchtes Fibrin (mit wie vielem Wasser gemischt, wie nicht angegeben) aus 246 Cb. C. Sauerstoff 202 Cb. C. Kohlensäure bildeten. Ausserdem hatte sich das Gasvolumen um 10 vermindert.

Bei der Wiederholung dieses Versuchs fand ich keine Kohlensäure-Bildung bei einer Temperatur von  $+5 - 6^{\circ} \text{C.}$  innerhalb 16—20 Tagen. Das Fibrin war nur sehr wenig befeuchtet. Dieselbe Substanz, mit ebenfalls sehr wenig Wasser befeuchtet, gab bei  $12^{\circ}$  nur wenig Kohlensäure; sobald sie sehr feucht gehalten wurde, so war die Kohlensäure-Bildung unvergleichlich stärker. Wenn gleich diese Versuche den entschiedensten Beweis liefern für die ausserordentliche Neigung des Faserstoffes, Metamorphosen einzugehen, so fragte es sich doch, ob dieses Verhalten von dem Einfluss auf die Erscheinungen bei der Respi-

---

\*) Magnus giebt in seiner ersten Abhandlung über die in dem Blute enthaltenen Gasvolumina eine Thatsache an, welche mit dem eben erwähnten Versuche in einem Widerspruche zu stehen scheint, dass er nämlich bei Verdrängung der Kohlensäure aus dem Blute durch Wasserstoffgas und durch atmosphärische Luft fast dieselbe Menge von Kohlensäure aus dem Blute erhalten habe, giebt jedoch die durch Luft ausgetriebene Kohlensäure grösser an. Diess konnte ich um so weniger vermuthen, da die atmosphärische Luft natürlich eben so wenig Kohlensäure aus dem kohlensäurefreien Blute entwickelte wie der Sauerstoff. Die speciellen Angaben, welche Magnus macht, sind folgende:

66,8 Cb.C. Blut gaben mit Wasserstoff 0,033 Grm. Kohlensäure.

62        -        -        -        -        Luft        0,043        -        -        -

Diess giebt für 100 Cb.C. im ersten Falle 0,0495 Grm. Kohlensäure,  
im zweiten - 0,0677 - - -

Der erste Versuch hatte 6 Stunden, der zweite 7 Stunden gedauert: dieser würde für 6 Stunden geben, obgleich diese Reduction gewiss nicht ganz richtig ist, 0,058 Grm. Kohlensäure. Die Differenz beträgt dann nur 9 Milliigramm., welche leicht durch einen stärkeren Strom der atmosphärischen Luft haben erscheinen können.

\*\*) Annalen der Chem. u. Pharm. XL. S. 14.

len sei, den man ihm beigelegt hat. Eine Reaction, die vier-  
an Tage erfordert, um deutlich und entschieden hervorzutreten,  
nicht analog den schnell auf tretenden Wirkungen, mit denen  
sie verglichen hat.

Es wurde nun frisch ausgewaschener Faserstoff vom Blute  
eines Schweines, der aus venösem und arteriellem Faserstoff ge-  
macht war und rein weiss erschien, in einer Flasche mit destil-  
lirtem Wasser geschüttelt und durch diese ein Strom von reinem  
Wasserstoffgas, das vorher noch durch eine Kalilösung gewaschen  
wurde, geleitet. Nach einiger Zeit trübte sich die Barytwasser-  
lösung, die vorgelegt worden war, jedoch kaum merklich, und die  
Trübung nahm im Verlauf einer Stunde nicht zu, rührte also von  
einer Zufälligkeit her. Der Faserstoff zeigte ein ähnliches Ver-  
halten wie das vorher angewandte Blut.

Der Versuch wurde mit atmosphärischer Luft fortgesetzt, die  
die Barytlösung trübte sich nicht mehr von Neuem. Bei einem  
weiteren Versuche brachte auch Sauerstoff keine Trübung hervor,  
gleichwohl er viele Stunden hindurchgeleitet wurde. Erst als der  
Sauerstoff anfang zu stinken, erhielt man Kohlensäure.

Dieser Versuch zeigt hinlänglich, dass der Eintritt der *wirk-  
lichen* Fäulniss, wie aus den Scherer'schen Versuchen und  
den von mir angestellten, früher angeführten hätte hervorgehen  
sollten, durchaus erforderlich ist, um die Bildung der Kohlen-  
säure aus dem Faserstoffe abzuleiten \*).

Gewissermaassen als Controle für den ersten Versuch wurden  
andere Versuche noch angestellt. Es wurde das geschlagene  
Blut selbst durch Filtration durch ein dichtes leinenes Tuch von  
dem coagulirten Faserstoff befreit und derselben Behandlung un-  
terworfen wie das noch faserstoffhaltige Blut.

Nachdem alle Kohlensäure aus dem Blute entfernt worden  
war, durch Auspumpen und Einleiten von Wasserstoffgas, und  
ein anhaltender Strom des letzteren keine Trübung im Baryt-  
wasser mehr hervorbrachte, so wurde Sauerstoffgas eingeleitet.

---

\*) Derselbe Versuch wurde mit ganz ausgewaschenem Kalbfleisch an-  
gestellt, welches durchaus farblos erschien. Nachdem ein Strom von Sauer-  
stoff und darauf von atmosphärischer Luft einige Stunden lang durch die  
in destillirten Wasser suspendirte Substanz geleitet war, hatte sich kaum  
eine Spur von kohlensaurem Baryt gebildet. Die Masse wurde nun 12 Stun-  
den mit dem Wasser in Berührung gelassen, bei 19—20° C. (im Ganzen  
1 St.), und nun bildete sich kohlensaure Baryterde. Die Substanz war  
doch schon faul.

Die sehr dunkel gewordene Flüssigkeit erlitt sehr bald die heftigste Farbenveränderung, indem ein helles Roth sich bildete. Das durchgehende Gas fällte jedoch nicht das Barytwasser.

Es war noch weniger anzunehmen, dass an der Kohlensäurebildung bei der Respiration das Blutserum einen wesentlichen Antheil habe. Die Versuche, welche Scherer angestellt hat, zeigen, dass das Serum in langer Zeit mit Sauerstoff in Berührung stehen kann, ohne wesentliche Mengen von Kohlensäure zu bilden. 30 Cb. C. frisches Blutserum absorbirten nämlich in acht Tagen von 178 Cb. C. Sauerstoff nur 4 Cb. C., in 14 Tagen 8 Cb. C., ohne dabei Kohlensäure zu bilden. Bekanntlich fand Scherer, dass der Salzgehalt des Serums ein wesentliches Hinderniss für die Reaction sei.

Meine Versuche wurden mit Blutserum und mit Hühnerweiss angestellt.

Hat man versäumt, durch Wasserstoffgas und Luftpumpe ihm alle Kohlensäure zu entziehen, so erhält man durch Einleiten von Sauerstoffgas natürlich etwas Kohlensäure; ihr Auftreten ist jedoch so gering, dass man daraus schon auf eine Zufälligkeit schliessen kann.

Derselbe Versuch wurde mit frischem Hühnereiweiss angestellt. Diess wurde aus so eben vorher gelegten Eiern genommen und reines Wasserstoffgas hindurchgeleitet; das austretende Gas trübte sehr stark die Barytlösung, ein Zeichen, dass schon im frischen, unbebrüteten Ei Kohlensäure enthalten sei \*).

---

\*) Ueber die Zusammensetzung der Luft aus dem Luftraume der Eier sind von verschiedenen Personen Versuche ausgeführt worden, welche wesentlich von einander abweichen. Bischof (Schweigg. Journ. XXXII. 446) und Dulk (ebend. 1830. I. 363) fanden 2—3 Proc. Sauerstoff mehr darin als in der atmosphärischen Luft. Griepenkerl (Lieb. Ann. XII. 121) fand in 10 Versuchen bei schon einige Wochen alten Eiern 20—21 Proc. Sauerstoffgas. Bei ganz frischen Eiern, die wenige Stunden zu liegen waren, fand derselbe nur 17,9—18,5 Proc. Sauerstoff. Wöhler vermuthet, dass der mangelnde Sauerstoff als Kohlensäure darin enthalten sei; obige Erfahrung bestätigt diese Vermuthung, die ich noch auf folgende Weise erweiterte. Die frischen Eier wurden in eine weithalsige Flasche gelegt, welche mit einem durchbohrten, versiegelten Kork verschlossen wurde. Durch die Oeffnung ging luftdicht eine gebogene Glasröhre, welche in eine Auflösung von Baryterde tauchte. Dieser Apparat wurde unter Glocke der Luftpumpe gebracht und ausgepumpt. Die Eierluft musste das Barytwasser entweichen und trübte diess augenblicklich sehr stark. Darauf wurde die Flasche mit neuen, frischen Eiern und sonst mit Quecksilber erfüllt, die Gasleitungsröhre gleichfalls, und diese unter eine Glocke mit Quecksilber geleitet. Die Eierluft wurde auf diese Weise über Queck-

Nachdem mittelst der Luftpumpe alle Kohlensäure erschöpft war, wurde Sauerstoff eingeleitet. Das mehr als 1000 fache Volumen dieses Gases brachte noch keine bemerkbare Trübung hervor.

Man kann hieraus also ersehen, dass eine Reaction des Sauerstoffes auch auf das Eiweiss jedenfalls im Blute selbst, wenn sie überhaupt stattfindet, nur eine beschränkte sein muss, wenigstens so sie, eben so wenig wie die Einwirkung auf die übrigen Stoffe, Kohlensäure-Entwicklung zur Folge haben kann.

Die Versuche wurden endlich noch auf eine Auflösung der Blutkörperchen in Wasser und auf reines Blutroth ausgedehnt. Blutkuchen wurde mit Wasser ausgezogen und die dunkelkirschrothe Färbung durch Auspumpen und Wasserstoff von der Kohlensäure befreit; die Einwirkung des Sauerstoffes brachte innerhalb dreier Stunden keine Kohlensäure-Entwicklung und keine Farbenveränderung hervor.

Das nach Mulder's Vorschrift dargestellte Hämatin verhielt sich, in Wasser suspendirt, ganz gleich; es konnte durch sehr anhaltendes Einleiten von Sauerstoff keine Kohlensäure abgeschieden werden.

Diese Versuche zeigen eine vollständige Uebereinstimmung mit denen, welche Magnus angestellt hat; das Resultat, auf ganz verschiedenem Wege erhalten, ist also als ein erwiesenes zu betrachten:

1) Sauerstoff kann in dem Blute im freien Zustande enthalten sein, und zwar im aufgelösten, durch andere Gasarten, wie durch die Aufhebung des Luftdrucks abscheidbaren Zustande.

2) Der Sauerstoff wirkt durch unmittelbare Absorption auch zum Theil auf die Bestandtheile des Blutes chemisch ein, wenigstens nicht, wenn dasselbe sich ausserhalb des lebenden Körpers befindet, und wir als Kennzeichen der Einwirkung die Kohlensäure-Entwicklung betrachten.

...er aufgefangen. Durch Kali wurde die Kohlensäure-Menge, durch Ver-  
...ung mit Wasserstoff der Sauerstoff bestimmt. Ich glaube, man kann  
... Recht annehmen, dass die Luft aus dem Luftraume nicht anders zu-  
...engesetzt sein wird, als die des ganzen Eies. Diese bestand in mei-  
... Versuchen aus:

CO <sub>2</sub>	3,0 Volum.
O <sub>2</sub>	18,5 -
N als Verlust berechnet	78,5 -

Magnus war nicht im Stande, die absolut gleiche Menge von Sauerstoff aus dem Blute durch Kohlensäure abzuscheiden, welche dasselbe absorbirt hatte; man könnte daraus vermuthen, dass dieser kleine Rückstand von den Bestandtheilen des Blutes aufgenommen wäre, nicht um Kohlensäure, sondern um Oxyd des Proteins zu erzeugen.

Diese Vorstellung der Wirkung des Sauerstoffes auf das Blut ist namentlich von Mulder ausgegangen, welcher seine Ansichten hierüber ausführlich entwickelt hat \*). Dieser Punkt ist ein von der Theorie der Respiration durchaus unzertrennlicher, wenn ich nicht ausführlich auf denselben eingehe, so genüge es nur, um mich von dem eigentlichen Gegenstande vorliegender Abhandlung nicht zu weit zu entfernen. Ausserdem werde ich bald Gelegenheit finden, diese Frage noch einmal zu behandeln.

Ich will hier nur anführen, dass, wenn Mulder auch Verbindungen in der Entzündungskruste u. s. w. aufgefunden hat, welche die Zusammensetzung des Proteins plus Sauerstoff darstellen, er nicht die Bildung dieser Substanzen bei dem ersten Acte der Respiration, nämlich dem Einathmen selbst, nachweisen konnte. Ist der Faserstoff so begierig, Sauerstoff chemisch zu binden, um Proteinprotoxyd, -Bioxyd, -Tritoxyd zu bilden, so erscheint es seltsam, dass bei einer so grossen Menge des unveränderten, nicht oxydirten Faserstoffes im Venenblut wie im arteriellen Blut Sauerstoff enthalten sein kann.

Wenn die obigen Erfahrungen vielleicht einigen Werth für unsere Ansichten über die Respiration haben, so kann doch diesen Versuchen ein Vorwurf gemacht werden, den sie leider nicht zurückweisen können, dass nämlich die Reactionen auf das Blut seine Bestandtheile, wenn wir uns so ausdrücken dürfen, zu seinem Tode angestellt sind. Hier trifft die Chemiker der Vorwurf, dem sie von einer gewissen Classe von Physiologen während ausgesetzt werden.

Diese Versuche würden freilich einen unendlich höheren Werth besitzen, wenn wir das Blut untersuchen könnten, mit den Eigenschaften noch ausgerüstet, wie es dieselben bei der Circulation besitzt. Dass es sich und wie sehr es sich verändert, wie es den Kreislauf verlassen, das zeigt das merkwürdige Ver-

---

\*) Dieses Journ. XXXI. 306.

halten des Faserstoffes, oder, wenn man will, die Bildung des Faserstoffes. Wenn mit diesem Stoffe Veränderungen vor sich gehen, die uns so sichtbar sind, wie leicht ist es möglich, dass die anderen Blutbestandtheile Veränderungen erleiden, welche uns völlig entgehen?

Wenn nun gleich unsere Versuche in dieser Beziehung sehr viel zu wünschen übrig lassen, wenn wir Vorsicht bei ihrer Uebertragung auf die Ansichten über den chemischen Process bei der Blutumwandlung anwenden müssen, so zeigt sich doch in jedem Falle, dass das Blut Sauerstoff enthält, und zwar auch in dem Zustande, wie es im Körper enthalten ist, und selbst im venösen Blute; ferner, dass die abgeschiedenen Blutbestandtheile keine Eigenschaften besitzen, aus welchen wir eine unmittelbare Kohlensäure-Bildung bei Berührung mit Sauerstoff ableiten können.

Aus den angeführten Thatsachen, glaube ich, können wir den Schluss machen, dass die blosse Absorption des Sauerstoffes durch das Blut keine chemische Veränderung desselben bedingt, wenigstens nicht, soweit dieselbe mit einer Kohlensäurebildung vereinigt ist, und vielleicht auch überhaupt keine, dass jedoch diese Veränderung herbeigeführt wird durch die Einwirkung der thierischen Zellen, und daher schon unmittelbar in den Lungenzellen ihren Anfang nimmt. Es muss schon unmittelbar nach der Sauerstoffabsorption in den Lungen eine chemische Reaction stattfinden und Wärme daher dabei entwickelt werden. Breschet und Becquerel fanden das Arterienblut  $0,84^{\circ}$  —  $1,01^{\circ}$  C. wärmer als das Venenblut; aber auch schon eine Differenz in der Wärme des Blutes im rechten und linken Vorhofe des Herzens fanden sie bei einem indischen Hahne um  $0,90^{\circ}$  C. John Davy fand mit dem Thermometer eine ähnliche Differenz. Jene Gelehrten wandten bekanntlich den thermoelektrischen Apparat an.

John Davy \*) fand ausserdem, dass durch das Schütteln des venösen Blutes mit Sauerstoff die Temperatur desselben um  $1$  —  $2^{\circ}$  F. stieg. Diese Beobachtung beweist nicht, dass eine chemische Verbindung die rothe Farbe hervorbringt, sondern dass bei dieser Gasabsorption, wie bei jeder andern, eine Erhöhung der Temperatur sich zeigt.

---

\*) *Physiological and anatomical Researches*, Lond. 1839. Vol. II. p. 170. Nasse in Wagner's Handwörterbuch, Bd. I. S. 80.

Zur genaueren Erläuterung dieser Verhältnisse habe ich folgende Versuche angestellt:

Gemischtes (Venen- und Arterienblut) sehr hellrothes Blut wurde mit einem starken Kohlensäure-Strom behandelt; die Temperatur desselben, durch ein während des ganzen Versuchs in Gefäss steckendes Thermometer gemessen, stieg um  $0,9^{\circ}$  C. Verdampfungskälte konnte nicht eintreten; das Gefäss war ziemlich vollständig verschlossen und nur der austretenden Gasart war ein Ausweg gestattet; ausserdem bedeckte das Blut eine Oelschicht, welche das Schäumen verhinderte, so wie das Verdampfen verminderte; endlich trat das Gas feucht ein, konnte sich also nicht mit noch mehr Feuchtigkeit sättigen.

Nach einigen Stunden, als das Blut die Zimmertemperatur angenommen hatte, wurde Sauerstoff eingeleitet. Das Blut wurde wieder hellroth, seine Temperatur stieg jetzt nur unmerklich, durch einen starken Strom nur um  $0,1^{\circ}$  C.; als darauf unmittelbar Kohlensäure eingeleitet wurde, blieb während der Schwärzung des Blutes die Temperatur unverändert; eben so als nun atmosphärische Luft eintrat. Darauf wurde ein starker, anhaltender Kohlensäure-Strom hineingeleitet; das Blut wurde ganz dunkel und die Temperatur stieg um  $0,15^{\circ}$  C. Als jetzt Sauerstoff eingeleitet wurde, stieg die Temperatur nicht mehr, trotz der Röthung des Blutes. Bei einem zweiten Versuch stieg die Temperatur des Blutes durch Einleiten der Kohlensäure um  $0,5^{\circ}$  C.

Als Kohlensäure in dieselbe Menge Wasser geleitet wurde, stieg die Temperatur nur um  $0,3^{\circ}$  C.; diess ist jedoch erklärlich, da beide Substanzen ein sehr ungleiches Lösungsvermögen für die Kohlensäure besitzen, und das Blut namentlich diese Gase viel schleuniger löst.

Schliesslich will ich noch einige Worte über die Farbe des Blutes und deren Veränderung durch verschiedene Reagentien hinzufügen.

Ueber die Farbe des Blutes sind zuletzt Untersuchungen von Scherer und, gegen diese zum Theil sprechend, von Bruch\*) angestellt. Was die Farbe des mit Wasser vermischten und mit Sauerstoff und Kohlensäure behandelten Blutes betrifft, so stimmen meine Versuche mit denen von Bruch überein. Gesch-

\*) Henle's u. Pfeufer's Zeitschrift, Bd. I. S. 288 u. 440.

genes Blut, welches mit Wasser zum gleichen Volumen vermischt und dabei völlig schwarz geworden war, wurde mit Sauerstoffgas geschüttelt, indem dasselbe in eine Flasche eingeleitet wurde, in der sich die Blutlösung befand. Auffallendes Licht zeigte keine wesentliche Verschiedenheit, während durchfallendes Licht eine helle und durchscheinende Flüssigkeit erkennen liess. Kohlensäure beraubte das Blut seiner Helligkeit und stellte es wiederum schwarz her. Mit Sauerstoff geschütteltes Blut wird, mit Wasser gemischt, bei weitem nicht so schwarz als gewöhnliches Blut, mit Kohlensäure geschütteltes viel schwärzer. Eben so verhielt sich faules Blut, in dem die Blutkörperchen kaum noch zu erkennen waren. In dem gewässerten Blut sind die Körperchen von Farbstoff befreit, kaum zu erkennen, aber mit jodhaltiger Jodwasserstoffsäure leicht aufzufinden. Dasselbe ist der Fall mit den Hüllen der Frosch-Blutkörper; diese verschwinden *scheinbar* durch Essigsäure; mit guten Mikroskopen kann man sie auch ohne Jod wieder entdecken. Sie werden nur durchsichtiger. Weder gewässertes noch ungewässertes Blut zeigt bei Vermischung mit Kohlensäure und Sauerstoff eine bemerkbare Formverschiedenheit. — Vermischt man das Blut mit schwefelsaurem Natron, so wird es hellroth, auch das mit Wasser vermischte; die früher nicht ganz kreisrunden, sondern etwas gezackt erscheinenden Körperchen werden deutlicher und zeigen kreisrunde, glatte Scheiben; ihr Durchmesser ist etwas vermindert.

Vermischt man gewöhnliches geschlagenes Blut mit schwefelsaurem Natron, so wird es hellroth; hat man es vorher mit Kohlensäure geschüttelt, nicht so hell; vorher mit Sauerstoff geschüttelt, bedeutend heller. Hat man das Blut kurze Zeit bis auf 40° C. erwärmt und stark ausgepumpt, so werden die Gasarten, Kohlensäure und Sauerstoff, ausgetrieben; dieses Blut wird mit schwefelsaurem Natron heller als gewöhnliches, da die schwärzende Kohlensäure fehlt. Wird Blut längere Zeit bis 50° C. erhalten, so wird es schwarz und die Blutkörperchen scheinen aufgelöst; schneller und vollständiger geschieht diess, wenn das Blut gleichzeitig aufgelöst wird. Chemisch wird Hämatin (freies Globulin und Körperchen) durch Salze und die Gasarten nicht verändert. Die Farbenveränderung scheint keine chemische, sondern physikalische Ursachen zu haben.

## LVIII.

## Ueber die Respiration der Turteltauben.

Von

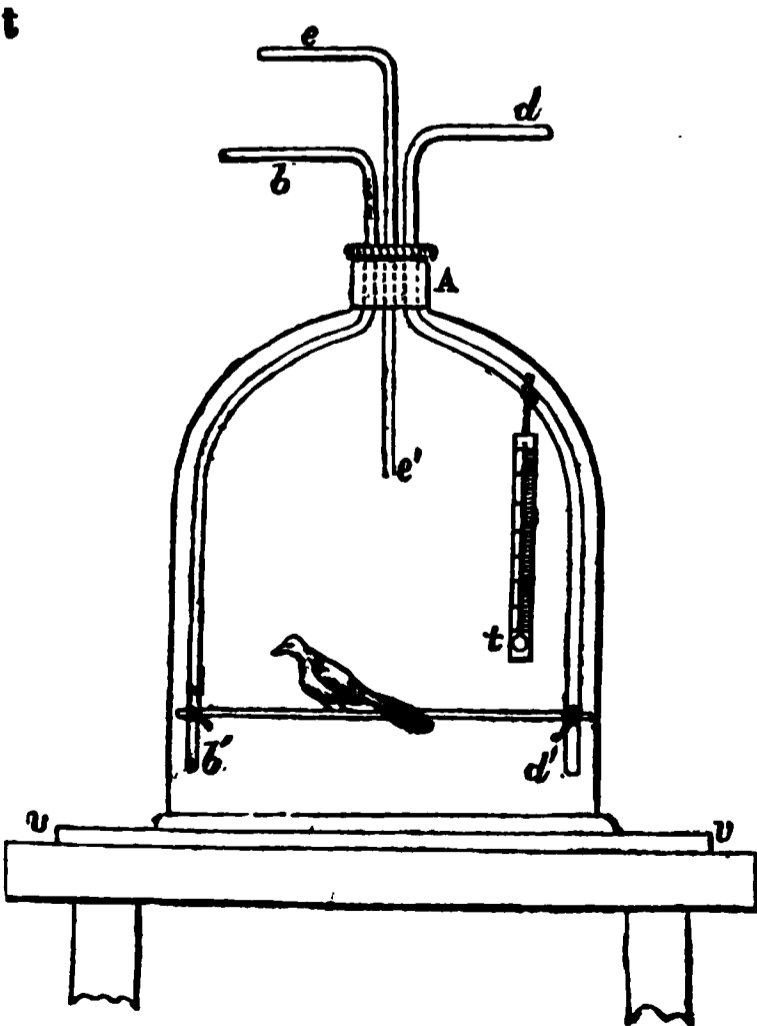
**Boussingault.**

(*Annal. de Chim. et de Phys.* Tom. XI. p. 441. Fortsetzung von  
Band XXXIII. S. 181.)

*Beobachtungen über die Menge der während der Respiration  
Turteltaube gebildeten Kohlensäure.*

Die früheren, durch das indirecte Verfahren gewo-  
Resultate glaubte ich um so mehr durch directe Versuche  
zu müssen, als diese Prüfung vielleicht den Maassstab giebt,  
weit die Anwendung der organischen Analyse auf die Phys  
Vertrauen einzuflössen im Stande ist.

Um die durch die Respiration gebildete Kohlensäure  
stimmen, setzte ich die Turteltaube unter eine tubulirt  
glocke, welche mit einer Reihe von Absorptionsröhren ver-  
eines Aspirators in Verbindung stand. Der Versuch ist  
Art, dass man ihn leicht versteht; wenn ich trotzdem e-  
schreibung davon gebe, so geschieht es, weil der Appa-  
in meinem Laboratorium dazu diene, eine Einrichtung  
welche von mehreren mir befreundeten Physikern günsti-  
heilt worden ist.



Der Apparat be-  
einer oben tubulirte  
glocke von 11 Litres  
die untern Ränder de-  
sind abgeschliffen, so  
auf einer Marmortaf-  
Glasplatte luftdicht ve-  
sen steht. Die Tubu-  
durch einen Korkpfro-  
schlossen, der gut ein-  
mit Harzkitt versieg-  
zweckmässig durchbo-  
um die nachstehende  
röhren in das Innere  
lassen: 1) eine Röhre

an der Wandung entlang laufend in  $b'$  endet; 2) eine Röhre von einem etwas grössern Durchmesser als  $b'$ , die bis  $d'$  geht; endlich eine dritte Röhre, welche nur bis  $e'$  reicht.

Die Röhre  $b$  ist in Verbindung zuerst mit einer Flasche voll Schwefelsäure, welche alles Wasser zurückhält; hinter diesem ersten Austrockner, dem zur Prüfung der Trockenheit der Luft eine Röhre mit schwefelsaurem Bimsstein folgt, kommt die bekannte Reihe von Absorptionsröhren, welche mit reinem kaustischen Kali und mit Schwefelsäure gefüllt sind; den Beschluss machen Röhren, welche dazu dienen, um die vollständige Absorption der  $\text{CO}_2$  nachzuweisen. Die Gewichtszunahme dieser Absorptionsröhren giebt die Kohlensäuremenge.

Die Luft in der Glocke, welche mittelst regelmässigen Wasserabflusses eines Aspirators in die Absorptionsröhren tritt, wird durch Luft ersetzt, welche von aussen durch die Röhre  $ee'$  zugeführt wird; diese Luft kommt mit der Feuchtigkeit und der Kohlensäure, welche sie enthalten kann, in den Apparat: das Wasser macht keine Schwierigkeit und die Kohlensäure wird von der ausgeschiedenen abgezogen. Diese stets ziemlich unbedeutende Correction bietet unstreitig weniger Schwierigkeiten dar als eine vorgängige Reinigung der äussern Luft.

Die Röhre  $d'$  steht unmittelbar mit einem andern Aspirator in Verbindung. Dieser hat einen Hahn, der einen sehr starken Abfluss gestattet, so dass die Luft in der Glocke sich sehr schnell und zwar zu folgendem Zwecke erneuert. Sobald man nämlich das Thier in den Apparat gebracht hat, fügt man die Ränder der Glocke mit der Marmorplatte durch *Glaserkitt* zusammen; da diess mit Sorgfalt geschehen muss, so sammelt sich inzwischen die Kohlensäure in der Glocke, deren Capacität genau bestimmt ist, an. Zur Vermeidung dieses Uebelstandes ist der Aspirator für die Röhre  $d'$  da; durch ihn vermittelt man in dem nämlichen Augenblicke, da das Thier eingesetzt wird, einen sehr lebhaften Luftwechsel, den man während der Dauer der Verkittung anhalten lässt. Nach derselben schliesst man den an  $d'$  befestigten Aspirator und öffnet gleichzeitig den an  $b'$  befindlichen; man vermerkt endlich Stunde und Minute, um genau die Dauer des Versuchs zu wissen, welcher in einem Augenblick begonnen hat, da sich in Folge des raschen Luftzutrittes noch nicht merklich viel Kohlensäure in der Glocke befand.

Nach geendigtem Versuche unterwirft man die gewogene Kohlensäure zwei Correctionen; man zieht einmal die aus der atmosphärischen Luft herrührende Kohlensäure davon ab und rechnet andererseits die, welche, als der Apparat zu wirken aufhörte, sich in der Glocke vorfand, hinzu.

Zu diesen Berichtigungen ist es nöthig, dass man das Volumen der Luft kenne, welche bei dem Durchgange durch die Absorptionsröhren in den Aspirator bei *b* getreten ist. Zu dem Ende nimmt man die Temperatur der zugeführten Luft und bemerkt den Barometerstand. Ausserdem muss man unabhängig von der Tension des Wasserdampfes zur Berechnung des Druckes die Höhe der Schwefelsäure-Säule mit in Rechnung bringen, welche die Luft beim Durchgange durch die Trockenflasche bewirkt. Kennt man einmal das wahre Volumen der in dem Aspirator enthaltenen Luft, so braucht man blos das Gewicht der atmosphärischen Kohlensäure abzuziehen, indem man annimmt, dass die in den Aspirator geleitete Luft  $\frac{4}{10000}$  ihres Volumens an die Absorptionsröhren abgeben musste. Die zweite Correction, welche die in dem Apparate zurückgebliebene Kohlensäure betrifft, ist um so weniger von Belang, je grösser die Schnelligkeit ist, mit der die Luft durch den Apparat gegangen. Man reducirt die Luft in der Glocke, deren Inhalt, deren Druck, gleich dem der Atmosphäre, deren Temperatur endlich, welche ein in ihrem Innern angebrachtes Thermometer angiebt, man kennt, auf 0° und auf den Druck von 0,76 Mm.; man bekommt ein ziemlich richtiges Resultat, wenn man annimmt, dass in dem Augenblicke, da die Aspiration aufhört, die in dem Apparate befindliche Luft eine ähnliche Menge Kohlensäure enthält, wie die durch die Absorptionsröhren streichende Luft.

Es folgen nun die Resultate, die ich über die Respiration der Turteltaube erhielt, die zu den vorstehenden Beobachtungen diente und die nämliche Fütterung erhielt.

Dauer des Versuchs.	Temperatur der Glocke		Ausgeschie- dene CO <sub>2</sub> .	CO <sub>2</sub> in 1 St. erzeugt.	C in 1 St. oxydirt.	Bemer- kungen.	Tageszeiten.		
	zu Anfang.	zu Ende.					St.	M.	St. M.
St. M.			Grm.	Grm.	Grm.		St.	M.	St. M.
5 13	—	15,5°	4,579	0,854	0,223	Am Tage.	11	12 bis	4 25
6 43	13,0°	15,0°	7,611	1,133	0,309	Am Tage.	7	48 -	2 31
6 00	13,5°	13,0°	5,100	0,850	0,232	Am Tage.	10	55 -	4 55
3 26	13,0°	15,0°	1,844	0,537	0,147	Des Nachts.	6	13 -	9 39
5 14	14,0°	12,2°	3,197	0,651	0,177	Des Nachts.	5	39 -	10 53*).

\*) Seit der Veröffentlichung dieses Aufsatzes hat man mit 2 andern Turteltauben Versuche angestellt, deren Resultate ich hier anführe:

Geschlecht und Gewicht des Thieres.	Dauer des Versuchs.		Temperatur der Glocke.	Ausgeschie- dene CO <sub>2</sub> .	CO <sub>2</sub> in 1 St. erzeugt.	C in 1 St. oxydirt.	Bemer- kungen.	Tageszeiten.		
	St. M.	S.						St.	M.	S.
Turteltaube, Männchen, 185 Grm. schwer.	1 42	00	19,5° 20,5	Grm. 0,318 1,484	Grm. 0,865 0,874	Grm. 0,236 0,238	Tag. Tag.	4 30	0 bis	6 12 0
	1 42	00						2 30	0 -	4 13 0
Turteltaube, Weibchen, 133 Grm. schwer.	1 30	30	17,0 18,5	Grm. 1,078 1,041	Grm. 0,773 0,728	Grm. 0,211 0,198	Tag. Tag.	11 44	0 -	1 16 30
	1 24	00						2 5	0 -	3 29 0
	1 30	30	16,5	Grm. 0,760	Grm. 0,591	Grm. 0,161	Nacht.	8 22	0 -	9 52 30
	1 47	30	20,0	Grm. 0,860	Grm. 0,478	Grm. 0,130	Nacht.	8 1	30 -	9 49 0.

Ein Umstand ist in der Tabelle auf den ersten Blick auffällig, nämlich der beträchtliche Unterschied, der zwischen der Menge Kohlensäure, die während des Tages, und der, die während der Nacht ausgehaucht wurde, stattfindet. Den nämlichen Unterschied hat man bei der Untersuchung der Respiration des Menschen bereits beobachtet. In dem zweiten Versuche hat die Turteltaube in der gleichen Zeit weit mehr Kohlensäure als in den beiden andern, am Tage angestellten Beobachtungen erzeugt. Die beiden in der Nacht ausgeführten Versuche gaben übrigens für den in einer Stunde oxydirten Kohlenstoff wenig übereinstimmende Zahlen. Die Respiration zeigt demnach eine nicht geringe Unregelmässigkeit. Wollte man daher aus einem Versuche von kurzer Dauer die Kohlensäuremenge ableiten, welche ein Individuum in einem Tage ausathmet, so möchte man wohl ein nur wenig genaues Resultat bekommen. Zur Erklärung dieser Unregelmässigkeit lässt sich der grosse Unterschied zwischen den Respirations-Producten eines Thieres im wachen oder im Zustande des Schlafes anführen; denn es tritt während des Tages, besonders wenn die Thiere in einen Apparat gesperrt sind, oft ein dem Einschlafen ähnlicher Zustand ein, welchem bisweilen eine überaus heftige Aufregung folgt.

Die Analysen der Nahrung und der Excremente ergaben für den von der Turteltaube in einer Stunde oxydirten Kohlenstoff:

In dem ersten Versuche 0,203 Grm.

in dem zweiten - 0,219 -

---

als Mittel 0,211 Grm.

Nimmt man das mittlere Resultat der unmittelbaren Beobachtungen, wie sie in der Tabelle oben verzeichnet sind, setzt man ferner den ganzen Tag auf zwölf Stunden des Wachens und zwölf Stunden des Schlafens an, was in dem Zeitraume, während dessen die Versuche angestellt wurden, beinahe der Fall war, so hat man:

Kohlenstoff oxydirt während des Tages 0,258 Grm.

— — — der Nacht 0,162 -

---

— — — einer (mittlern) Stunde 0,198 Grm.

***Beobachtungen über die Respiration der Turteltaube im Zustande der Inanition.***

Ein der Nahrung beraubtes Thier erleidet täglich einen ziemlich regelmässigen Gewichtsverlust, bis es endlich vor Inanition stirbt. Die ternären Verbindungen, wie der Zucker und das Fett, welche, sofern sie mit einem stickstoffhaltigen Nahrungsstoff verbunden sind, zu der Ernährung offenbar beitragen, werden als einzige Nahrung unzureichend; ihre Wirkung beschränkt sich alsdann darauf, das Leben des Individuums, welches sie verbraucht, ein wenig zu verlängern. In dieser Beziehung ist die Rolle dieser stickstofffreien Substanzen den in den Geweben befindlichen fetten Körpern analog. Man weiss in der That, dass die fetten Thiere die gänzliche Entziehung der Nahrung auch am längsten ertragen, ja man kann nach ihrem Tode das fast vollständige Verschwindensein des Fettes nachweisen. Wenn ein Thier von einer gewissen Beleibtheit der Inanition in Folge einer Zuckerkost unterlegen hat, so kann es einen bedeutend fettern Leichnam liefern, als wenn demselben alle Nahrung entzogen war. Dabei hält zwar der verarbeitete Zucker den fetten Reservestoff im Organismus länger zurück, er kann aber trotzdem nicht verhindern, dass der grösste Theil desselben zerstört wird, und von Letellier über Turteltauben angestellte Versuche beweisen, dass beinahe wie der Zucker auch die Butter wirkt, wenn sie als alleiniges Nahrungsmittel angewandt wird. Sobald sich das Fett in der Nahrung nicht mit einem nahrhaften stickstoffhaltigen Elemente befindet, setzt es sich auch nicht mehr im Körper ab. Das Blut, welches sich während der Respiration oxydirt, wird durch die Nahrung nicht wieder ersetzt, es erfolgt eine Zerstörung der zur Ablagerung der Blutkügelchen bestimmten Gewebe, und die für die Assimilation nöthige Lebenskraft nimmt mit einer grossen Schnelligkeit ab.

Die Zersetzung der stickstoffhaltigen Bestandtheile des Blutes in Harnstoff, in Harnsäure, in Galle u. s. w. ist für das Leben unbedingt eben so nothwendig als die Oxydation des Kohlen- und Wasserstoffes, wodurch sich die thierische Wärme erzeugt; diese Zersetzung, die vielleicht die Folge dieser Oxydation ist, hört während der Inanition nicht auf; sie ist nur schwächer und zwar in dem Maasse, als es die Respirations-Phänomene auch werden. Nach meiner Meinung konnte es daher

nicht uninteressant sein, die verhältnissmässige Menge der ausgehauchten Kohlensäure und die Zusammensetzung der während der Inanition erhaltenen Excremente zu bestimmen; um aber die Resultate mit denen, welche ein hinreichend ernährtes Thier giebt, vergleichen zu können, bediente ich mich zu dem Versuche derselben Turteltaube, an welcher ich die frühern Untersuchungen gemacht hatte.

Die Temperatur des Zimmers, in welchem der Käfig stand, variirte zwischen 7 bis 12 Grad. Die Turteltaube hatte destillirtes Wasser zu ihrem beliebigen Verbrauch, aber in sieben Tagen nur wenig getrunken.

Es folgt hier die Uebersicht der während der Inanition erlittenen Gewichtsverluste.

Daten der Wägungen.	Gewicht der Turteltaube.	Verlust in 24 Stunden.	Bemerkungen.
	Grm.	Grm.	
15. Februar 4 Uhr Abends.	186,8	8,78	Die Taube war mit Hirse ge- füttert worden.
17. Februar zu Mittag *).	170,7	7,20	
18. Februar zu Mittag.	163,5	7,40	
19. Februar zu Mittag.	156,1	7,50	
20. Februar zu Mittag.	148,6	8,10	
21. Februar zu Mittag.	140,5	6,70	
22. Februar zu Mittag.	133,8	—	
22. Februar 4 Uhr Abends.	132,9	—	
Verlust in 7 Tagen	53,9	—	
Auf den Tag	7,7	—	

Die Turteltaube, welche zu Anfang des Versuchs fett und lebhaft war, würde wahrscheinlich noch mehrere Tage ohne Nahrung haben leben können, obschon sie nach den sieben Tagen beträchtlich abgemagert hatte. Inzwischen hielt sie sich immer sitzend, befand sich aber, mit Ausnahme seltner Augenblicke, in dem Zustande einer fortwährenden Schläfrigkeit.

In der folgenden Tabelle findet man die Quantitäten Kohlensäure, welche die Turteltaube während der Inanition ausschied.

\*) Bei der Inanition seit 44 Stunden.

Dauer des Versuchs.	Temperatur der Glocke		Ausgeschie- dene Kohlen- säure.	In 1 St. oxy- dirtor Koh- lenstoff.	Bemerkungen.	Tageszeiten.
	vorher.	nachher.				
St. M.			Grm.	Grm.		St. M. St. M.
3 44	15,4°	16,2°	3,172	0,213	Sie hatte gefressen.	11 58 bis 3 42 am Tage.
5 00	14,0°	14,0°	2,095	0,114	Seit 24 St. ohne Futter.	Mittag - 5 00 am Tage.
3 1	14,0°	12,8°	1,368	0,124	Am 4. Tage der Inanition.	12 57 - 3 58 am Tage.
3 17	14,0°	13,8°	1,767	0,113	Am 6. Tage der Inanition.	12 20 - 3 37 am Tage.
3 28	14,0°	13,0°	0,910	0,072	Am 5. Tage der Inanition.	6 3 - 9 31 d. Nachts*).

**\*) Neue Beobachtungen über eine inanitirte Turteltaube:**

Geschlecht und Gewicht des Thieres.	Dauer des Versuchs.	Temperatur der Glocke.	Ausgeschiedene Kohlensäure.	In 1 St. erzeugte Kohlensäure.	In 1 St. oxydirt Kohlenstoff.	Bemerkungen.	Tageszeiten.
Turteltaube,	St. M. S.		Grm.	Grm.	Grm.	Nach 2 Tagen Inanition.	St. M. S. St. M. S.
Männchen,	1 42 0	18,0°	0,710 .	0,419	0,114	- 4 -	12 7 0 bis 1 49 0 (T.)
176 Grm.	1 40 0	17,5	0,706	0,445	0,121	- 11 Stunden	12 58 0 - 2 38 0 (T.)
schwer.	1 44 0	17,0	0,606	0,349	0,095	- 36 -	8 58 0 - 10 42 0 (N.)
	1 43 0	18,5	0,470	0,268	0,073	- 2½ Tagen	8 5 0 - 9 48 0 (N.)
	2 0 0	18,0	0,451	0,237	0,065	- 3¼ -	8 35 0 - 10 35 0 (N.)
	1 44 30	17,0	0,473	0,281	0,077	- 4¼ -	8 28 30 - 10 13 0 (N.)
	1 28 30	16,5	0,409	0,282	0,077		8 29 0 - 9 57 30 (N.)

Das Mittel der 3 ersten Beobachtungen während der Inanition zeigt für den in einer Stunde oxydirten Kohlenstoff 0,117 Grm. Merkwürdig ist hierbei die Thatsache, auf die man übrigens von der Regelmässigkeit der täglichen Verluste im voraus hätte schliessen können, dass das Thier nämlich in allen Abschnitten des Versuches in einer bestimmten Zeit die nämliche Menge Kohlensäure aushauchte. Die der Inanition unterworfenene Turteltaube erzeugte während des Schlafes weniger Kohlensäure als im wachen Zustande; gerade eben so wie in dem Falle, da sie reichliche Nahrung bekam. Wenn man für Tag und Nacht die gleiche Dauer annimmt, so betrüge der in 24 Stunden oxydirte Kohlenstoff 2,280 Grm. Die Menge des Kohlenstoffes, welche die Turteltaube bei ihrer Ernährung mit Hirse oxydirte, belief sich in derselben Zeit auf 5,1 Grm.

Es kam mir nun darauf an, die Schnelligkeit, mit welcher die inanitierte Turteltaube ihr ursprüngliches Gewicht wieder zu erlangen strebte, zu bestimmen; sie bekam daher unmittelbar nach der letzten, während der Inanition angestellten Wägung 20 Grm. Hirse, die sie in 13 Minuten verzehrte. Darauf trank sie viel; am folgenden Tage brauchte sie zur Verzehrerung der nämlichen Körnermenge eine Stunde; an den folgenden Tagen frass sie wie im normalen Zustande. Es folgt hier die Gewichtszunahme der nach 7 Tagen der Inanition mit Hirse wieder aufgefütterten Taube.

Daten der Wägungen.	Gewicht.	Die zwischen je 2 Wägungen consumirte Kohlensäure.	Gewichtszunahme.		Bemerkungen.
			während der Wägungen.	in 24 Stunden.	
	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	
Am 22. Febr. 4 Uhr Abends.	132,9	20,0	16,8	16,8	Nach sieben Tagen der Inanition.
- 23. - - -	149,7	20,0	19,8	19,8	
- 24. - - -	168,8	65,0	2,5 Verlust.	- 0,83	
- 27. - - -	166,8	60,0	2,0	1,0	
- 29. - - -	168,3				
Gewinn in 7 Tagen	35,4				
Gewinn für den Tag	5,06				

emnach war die Gewichtszunahme in den beiden ersten der Fütterung beträchtlich; es zeigte sich aber plötzlich inact des Stillstandes. Nach 7 Tagen einer reichlichen Fütterung hatte die Taube ihre volle Lebhaftigkeit wieder; sie war mager geblieben und hatte das verlorene Gewicht bei

weitem noch nicht wieder erlangt. Stimmt man jedoch die Ansicht, welche Dumas, Payen und ich über die Fehlbildung haben, überein, so erklären sich diese Thatsachen, sollte man sagen, ganz natürlich. In der That, der während der Inanition littene Verlust war die Folge der Oxydation des Blutes und der dem Organismus der Taube angesammelten Fettmasse; wieweit diesen Verlust bis auf 53,9 Grm. steigen. Während der Periode der Fütterung betrug die Gewichtszunahme 35 Grm. Das Thier nahm in 7 Tagen nur um fast  $\frac{2}{3}$  seines Verlustes zu. Die unter diesen Umständen so schnelle Gewichtszunahme ist wahrscheinlich dem durch das Futter und das Trinken eintretenden Blute zuzuschreiben. Der Hirse, welchen die Taube frass, fehlte es an vielen Elementen, und zwar im Ueberschuss, alle zu dieser Ersetzung erforderlichen Elemente; aber Etwas enthielt er nicht und dieses war es, er darum natürlich dem Organismus auch nicht wieder ersetzen konnte, nämlich das Fett, welches durch die Inanition zersetzt war und so wenig erlangte die Taube ihre Beleibtheit wieder; um das Fleisch wieder zu ersetzen, reichte allerdings eine reichliche Fütterung von weniger als 7 Tagen hin, aber keineswegs, um sie zu mästen, um sie in den fettreichen Zustand, in dem sie am Anfang des Versuchs befand, zurückzuführen. Der Grund ist leicht einzusehen. Der Hirse enthält nach einer in dem Laboratorium ausgeführten Analyse, so wie er von der Taube verzehrt wurde, 3 Proc. eines festen, sehr flüchtigen schmelzbaren Fettes von gelblich-weisser Farbe. Die 165 Grm. Hirse, die die Taube in 7 Tagen gefressen hatte, konnten daher nicht mehr als 4 Grm. Fett zuführen. Auf der andern Seite weiss man aus Letellier's Versuche, dass eine Turteltaube von normaler Beleibtheit in 24 Stunden der Inanition ungefähr 2,5 Grm. verliert. In 7 Tagen musste demnach unsere Turteltaube 17,5 Grm. verlieren. Um diesen Verlust \*) zu ersetzen, müsste sie wenigstens 583 Grm. Hirse fressen \*\*).

---

\*) Die Inanition einer andern Turteltaube während 9 Tagen ergab ein analoges Resultat.

Ihr ursprüngliches Gewicht war	175,6 Grm.
Es fiel nach 9 Tagen der Inanition bis	112,5 -
Verlust in 9 Tagen	63,1 Grm.
- - 1 Tage	7,0 -

Nachdem sie drei Tage die normale Fütterung wieder erhalten hatte, wog sie 143,7 Grm., im wachen Zustande sogar bis 153 Grm.; in

*der Excremente der inanitierten Turteltaube.*

Die Inanition dauerte, gab die Taube jeden Tag artige, halbflüssige, schleimige Substanzen von blatt- von sich, in denen weisse Harnsäure-Theilchen n. Diese schleimige Substanz hat alle Eigenschaf- ligen Absonderung, so dass man nach meiner Mei- gt ist, zu schliessen, dass die Zersetzungsproducte d des Fettes der Taube Theile der Galle und die gen Bestandtheile sind, welche sich in dem Urin der

emente wurden auf einer Glasplatte gesammelt und go in einer gelinden Wärme getrocknet, um jeder durch die Fäulniss vorzubeugen. Nach dem Ende

ielt jedoch, wie nachgewiesen wurde, der Kropf eine gewisse r, die man auf 10—12 Grm. anschlagen konnte. Diese o gegen 30 Grm., somit die Hälfte ihres Verlustes, in 2 bis erlangt.

b sich das Gewicht ziemlich gleich.

ie wog den 4. Tag 143,7 Grm.

5. - 144,5 -

6. - 148,0 -

7. - 150,1 -

8. - 150,3 -

10. - 153,0 -

13. - 155,0 -

ndlich am 20. - 157,3 -

ie zeigte auch einige Eigenthümlichkeiten in Bezug auf die ge, die sie während der regelmässigen Fütterung ausschied. nzig Stunden darauf, nachdem sie wieder zu fressen bekom- dirte sie nur:

	Grm.	
des dritten Tages	0,168	Kohlenstoff in der Stunde
	0,206	während des Tages.
ie des vierten Tages	0,249	id.
ie des sechsten Tages	0,259	id.
n Tage	0,250	id.

anition oxydirte sie in ihrem normalen Zustande im Mittel lenstoff in der Stunde während des Tages.

chwäche, welche nach einer so langen Inanition alle Organe erklärt es sich, warum in den ersten Tagen die Kohlensäure- r ist, als man sie vor dem Versuche gefunden hat. Man , dass die Assimilation in diesen Tagen weit thätiger ist als , da die Quantität des oxydirten Kohlenstoffes die des nor- s übertraf.

hat Hr. Boussingault sich überzeugt, dass das Fett der thwendiger Weise schon in der Nahrung enthalten zu sein Compt. rend. 1845. 16. Juin. Liebig in d. Ann. d. Pharm. Md.

des Versuchs wurden sie durch Zerreiben unter einander mischt, darauf vollendete man die Austrocknung in dem trocknen Vacuum bei einer Temperatur von 130 bis 135°. Die in 4 Tagen gesammelte und so in den Zustand der Trockenheit setzte Substanz wog 2,755 Grm. Ihre Farbe war in Folge innigen Mischung der Harnsäure mit der Galle blassgrün.

*Analyse der trocknen Excremente.*

Kohlenstoff und Wasserstoff. — I. 0,421 Grm. haben gegeben: Kohlensäure 0,493 Grm., Wasser 0,164 Grm.

$$C = 31,93, H = 4,30.$$

Kohlenstoff und Wasserstoff. — II. 0,377 Grm. haben gegeben: Kohlensäure 0,442 Grm., Wasser 0,150 Grm.

$$C = 31,97, H = 4,40.$$

Stickstoff. — 0,305 Grm. haben gegeben: Stickstoff 64 Cent. Temp. 16°, Bar. auf 0° 0,7618 M., Stickstoff 24,74 Proc.

Asche. — 0,761 Grm. haben zurückgelassen 0,081 Grm. Asche, = 10,64 Proc.

	Zusammensetzung der trocknen Excremente.	Absonderung Asche.
Kohlenstoff	31,95	35,7
Wasserstoff	4,35	4,9
Stickstoff	24,74	27,7
Sauerstoff	28,32	31,7
salzige Substanzen	16,40	—
	<hr/> 100,00	<hr/> 100,0.

In einem Tage (24 Stunden) gab die Taube ohne alle Nahrung 0,3935 Grm. an trocknen Excrementen, die nach der vorstehenden Analyse enthalten:

$$C = 0,1257 \text{ Grm.}, H = 0,0171 \text{ Grm.}, O = 0,1114 \text{ Grm.}, N = 0,0974 \text{ Grm.}$$

Die Excremente der Taube, die von dem Hirsefutter in 4 Tagen herrührten, enthielten:

$$C = 1,341 \text{ Grm.}, H = 0,164 \text{ Grm.}, O = 1,122 \text{ Grm.}, N = 0,299 \text{ Grm.}$$

Also ist an Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff in einem Tage der Inanition gesammelten Excrementen nur Zehntel von derjenigen Menge dieser Elemente, welche bei

normalen Fütterung darin enthalten ist. An Stickstoff hat man den dritten Theil.

Wenn wir, von der Zusammensetzung des Blutes ausgehend, die Quantität dieser Flüssigkeit zu bestimmen suchen, welche während der Respiration der inanitiirten Taube oxydirt ist, so gelangen wir zu einem höchst interessanten physiologischen Schlusse. Denn wir haben hier einen neuen Beweis für die Vermittelung des Fettes bei der Respiration eines inanitiirten Thieres.

Es sei in der That die Zusammensetzung des Blutes (aschenfrei):

$$\begin{array}{rcl} \text{C} & = & 54,4 \text{ Grm. *)} \\ \text{H} & = & 7,5 \text{ -} \\ \text{N} & = & 15,9 \text{ -} \\ \text{O} & = & 22,2 \text{ -} \\ \hline & & 100,0 \text{ Grm.} \end{array}$$

Wenn man, gestützt auf die Resultate der in dem ersten Theile dieses Aufsatzes auseinandergesetzten Untersuchungen, annimmt, dass der durch die Respiration der Granivoren ausgehauchte Stickstoff die Hälfte desjenigen Stickstoffes ist, der sich in ihren Excrementen findet, so hat man für diesen Stoff, der sich binnen 24 Stunden durch die Turteltaube in ihrer Inanition ausscheidet:

$$\begin{array}{rcl} \text{In den Excrementen} & & 0,097 \text{ Grm.} \\ \text{durch die Respiration} & & 0,0485 \text{ -} \\ \hline & & 0,1455 \text{ Grm.} \end{array}$$

Stickstoff, welcher 0,915 Grm. trocknen Blutes vertritt, welches  $\text{C} = 0,498$ ,  $\text{H} = 0,069$ ,  $\text{O} = 0,203$ ,  $\text{N} = 0,145$  Grm. enthält. — Die hier angegebene Kohlenstoffmenge ist offenbar viel zu gering, da wir durch eine unmittelbare Beobachtung wissen, dass die Turteltaube in der Wirklichkeit 2,406 Grm. davon oxydirt; zu dieser Zahl muss man die 0,126 Grm. Kohlenstoff der Excremente hinzufügen. Das Fett muss demnach in Verbindung mit dem Blute, wie es auch Letellier's Versuche beweisen, die Wärme unterhalten und das Leben fristen, wenn die Thiere der Nahrung beraubt sind.

\*) Ich habe unglücklicher Weise das Blut der Taube zu analysiren versäumt; ich nehme hier die Böckmann'sche Blut-Analyse.

Die von der Turteltaube ausgeschiedene

Kohlenstoffmenge ist	2,532 Grm.
die, welche vom Blute herrührt	0,498 -
Differenz	2,034 Grm.

Diese muss also aus dem Fette herrühren, dessen Zusammensetzung man annehmen kann bestehend aus:

Kohlenstoff	79,0 Grm.
Wasserstoff	11,4 -
Sauerstoff	9,6 -
	100,0 Grm. *)

Die 2,034 Grm. Kohlenstoff würden vertreten 2,575 Fettsubstanz, welche enthält:

In dem zersetzten Blute

muss man annehmen: C = 2,034	H = 0,294	O = (
C = 0,498	H = 0,069	O = (
Summe	2,532	0,363 (

In den Excrementen fanden sich:

C = 0,126	H = 0,017	O = (
Differenzen C = 2,406	H = 0,277	O = (

Die 0,136 Grm. Sauerstoff würden 0,017 Grm. Wasser aufnehmen, um Wasser zu bilden; folglich oxydirt die in der Turteltaube in 24 Stunden C = 2,41, H = 0,26 Grm., indem 11,20 Grm. Sauerstoff aus der Luft bindet. Die mit Hirse gefütterte Turteltaube oxydirt bei einer Sauerstoffaufnahme aus der Luft von 19,79 Grm. C = 5,10, H = 0,12 Grm.

Chossat \*\*) hat in seinen vortrefflichen Untersuchungen über die Inanition beobachtet, dass die hungernden Turteltauben nichtsdestoweniger, so lange sie leben, eine von der wohnort abhängende Temperatur behalten, welche sie während der normalen Fütterung besitzen; sie ist nur etwas niedriger.

\*) Ich habe das Turteltaubenfett nicht analysirt; ich habe das Fett der von Chevreul angegebenen folgenden Zusammensetzungen genossen:  
C = 79,1      H = 11,1      O = 9,8 Schweinefett.  
79,0      11,7      9,3 Talg.  
79,0      11,6      9,6 Menschenfett.

\*\*) *Annales des sciences naturelles* en 1843. Tom. XX. p. 5 et 293.

\*\*\*) Die grosse Anzahl von Beobachtungen über Tauben und Turteltauben, welche Chossat gesammelt hat, beweist in der That, dass v

sollte daher das Resultat erwarten, dass eine Turteltaube in dem Zustande der Inanition fast die nämliche Menge brennbarer Elemente wie in dem normalen Zustande oxydirt. Wir sehen jedoch, dass das inanitierte Thier durch die Respiration ungefähr nur die Hälfte von dem Kohlenstoffe und Wasserstoffe oxydirt, den es unter dem Einflusse des Futters verbraucht; dieses Resultat erscheint vielleicht etwas seltsam. In Folge des Hungers vermindert sich aber in der That die Masse der Turteltaube schnell; dazu kommt, dass sie in der Fütterung täglich gegen  $3\frac{1}{2}$  Grm. Wasser durch die Transpiration ausdünstet, dass ferner Trank und Futter, welches man ihr bei der Temperatur der Atmosphäre reicht, die  $8\frac{1}{2}$  Grm. Excremente liefern, die bei der Temperatur von  $42^{\circ}$  ausgeschieden werden. In dem Zustande der Inanition übersteigt das Gewicht der feuchten Excremente sicherlich nicht 2 Grm., die Turteltaube trank beinahe gar nicht, man kann daher annehmen, dass fast die ganze Menge der ausgeschiedenen Feuchtigkeit von dem zersetzten oder oxydirten Blute herrührte, und dass bei dieser sehr wahrscheinlichen Annahme das durch die

der Inanition um die Mittagsstunde die thierische Wärme nur um einen halben Grad niedriger als die ist, welche man zu derselben Stunde bei regelmässigem Futter beobachtet hat; dass sie ferner um Mitternacht im Mittel nicht über 8 Grad unter den normalen Stand in der nämlichen Stunde fällt.

Diese Temperaturen sind im Mittel:

	Mittag.	Mitternacht.
	Grad.	Grad.
In dem normalen Zustande	42,22	41,48
während der Inanition	41,70	38,42
Differenz	0,52	3,06.

Die Versuche Chossat's stellen noch folgende Thatsachen fest:

- 1) Die thierische Wärme erleidet alle 24 Stunden eine regelmässige Oscillation, in Folge deren sie am Tage steigt und des Nachts fällt. Sie beträgt in dem normalen Zustande 0,74 Grad; während der Inanition 3,28 Grad.
- 2) Die während der Inanition am Tage stattfindende Oscillation ist um so grösser, je weiter die Inanition schon vorgerückt ist, so dass die Oscillation am Ende des Experiments die zu Anfange beinahe um das Doppelte übertrifft.
- 3) Die Mittags- und Mitternachtsstunden sind ungefähr die Zeitpunkte für das Maximum und Minimum der animalischen Wärme. Die am Tage stattfindende Oscillation bindet sich jedoch nicht mit ihrer Erscheinung an diese Stunden. Am Tage nähert sich also die Wärme mehr oder weniger der um Mittag, in der Nacht der um Mitternacht.
- 4) Endlich dauert in dem Verlaufe eines und desselben Experiments die nächtliche Abnahme um so weiter in den Morgen hinein und fängt Nachmittags um so zeitiger an, je mehr das Thier bereits durch die vorgängige Dauer der Inanition geschwächt ist.

Transspiration entzogene Wasser sich nicht auf 2 Grm. belief, muss daher die Menge der thierischen Wärme, welche dem Thier zur Erwärmung und Verflüchtigung entzogen wird, offenbar während der Inanition viel geringer sein, als während der Ernährung.

In Bezug auf den Stickstoff der Excremente nahm ich an, dass die Turteltaube in 24 Stunden Inanition 0,915 Grm. trocknes Fäces verbraucht. Diese Annahme scheint sich durch den täglichen littenen Verlust des Thieres zu bestätigen. Dumas und Prevost fanden in der That in dem Taubenblute 0,80 Wassergehalt; bei der Annahme dieser Zahl erhält man für das wasserhaltige, von der Turteltaube in 24 Stunden zersetzte oder oxydirte Blut

4,58 Grm.

Die Menge des zersetzten oder oxydirten Fettes betrug 2,58 .

Durch den Organismus in 24 Stunden ausgeschiedene Bestandtheile

7,16 Grm.

oder, es hat die Turteltaube während der Inanition auf den Tag verloren

7,70 .

## LIX.

### Ueber die Stilbenreihe.

Von

**Laurent.**

(*Revue scientifique*, No. 57. Mars 1844.)

Wenn man Bittermandelöl mit Schwefelwasserstoff-Ammoniak behandelt, so erhält man, je nach der Concentration der Flüssigkeiten, der Temperatur, dem Vorhandensein von Weingeist, verschiedene Producte, unter welchen Wasserstoffverbindungen des Sulpho- und Sulphabenzoyls (*sulfure et azosulfure de benzène*) die vorzüglichsten sind. Alle diese Producte geben, der trocknen Destillation unterworfen, eine grosse Zahl neuer Verbindungen, unter welchen sich stets diejenige befindet, welche den Hauptgegenstand dieser Abhandlung ausmacht.

#### Stilben.

Wenn man Benzensulphür (Pikramylsulphür, Berzelius) in einer mit Vorlage und Gasleitungsrohr versehenen Retorte

setzt, so fängt es sogleich an zu schmelzen. Unterbricht man die Operation, so wird die Masse fest, sie bleibt durchsichtig und kann anfangs in Fäden gezogen werden, wird dann fest und spröde und zeigt keine Spur von Krystallisation. Schmilzt sie nun von Neuem und erhält man sie mehrere Minuten lang im Fluss, so krystallisirt sie beim Erkalten und ist ihrer Natur nach verändert.

Während des Erhitzens entwickelt sich eine grosse Menge Schwefelwasserstoff und es verdichtet sich in der Vorlage eine geringe Menge eines sehr flüchtigen Körpers mit allen Eigenschaften des Schwefelkohlenstoffes.

Wenn die Gasentwicklung zu Ende ist, so kann man die Temperatur beträchtlich erhöhen, bevor die Destillation beginnt. Man könnte sie überhaupt unterlassen, weil die Masse unverändert übergeht. Sie besteht aber aus zwei verschiedenen Körpern von verschiedener Flüchtigkeit, die leichter getrennt werden können, wenn man die zuerst übergegangenen Quantitäten absondert. Sie erstarren dann zu Schuppen, während die letzteren Theile sich zu Nadeln vereinigen.

Dieses erste Product ist das *Stilben*, das zweite, worauf ich in einer späteren Abhandlung zurückkommen werde, ist *Sulphessale*.

Um das Stilben rein zu erhalten, löst man die ersten Portionen der Destillation in Weingeist und filtrirt vom Sulphessal ab, welches hierin fast unlöslich ist. Es setzt sich nun in rhombischen, mehr oder weniger verlängerten Tafeln ab. Diese bringt man auf einen Trichter, und nachdem man den Weingeist abtröpfeln lassen, löst man sie in siedendem Aether und überlässt sie der freiwilligen Verdunstung.

Dieser Körper ist farblos und besitzt den Perlmutterglanz des Stilbens. Er ist geruchlos und eben so verhält sich sein Dampf. Er ist in Weingeist ziemlich löslich, weniger als Naphtalin, wenig in kaltem Weingeist. Er krystallisirt aus der weingeistigen Lösung in spitzen rhombischen Tafeln, die gewöhnlich mit den Enden der grösseren Diagonalen an einander gereiht sind. In Aether ist er löslicher als in Weingeist. Hieraus krystallisirt er in naphtalinähnlichen Tafeln; diese sind schief rhombische Prismen.

Der Schmelzpunct dieses Körpers ist sehr veränderlich. Nach dem Schmelzen in einem kleinen Kolben konnte ich durch Schütteln bei  $118^{\circ}$  zum Erstarren bringen. Ohne Umrührung krystallisirt er oft erst bei  $110^{\circ}$  und selten bei  $100^{\circ}$ .

In allen diesen Fällen bildet er eine schuppige Masse. Er destillirt ohne Veränderung bei  $292^{\circ}$ . Mit dem Cumen  $C_{10}H_8$  verglichen, müsste das Stilben  $C_{10}H_8$  nach dem Gerhardt'schen Gesetze seinen Siedepunct bei  $294^{\circ}$  haben.  $(56 - 36) \cdot 7,5$  ist die Temperaturerhöhung für die um 20 grössere Kohlenstoff-Anzahl sein, welche zu  $144^{\circ}$ , dem Siedepuncte des Cumens addirt werden müssten.

Die Bestimmung der Dampfdichte wurde auf zwei verschiedene Weisen vorgenommen. Auf die gewöhnliche Weise wurde sie zu 8,40 gefunden.

Ich habe nun noch ein anderes Verfahren angewandt, welches das Thermometer, Barometer und das Bad entbehrlich macht. Dieses besteht darin, die Dampfdichte eines Körpers mit der eines anderen bei derselben Temperatur zu bestimmen.

Der dazu angewandte Apparat ist dem Ofen ähnlich, welchen man für den Cylinder anwendet, worin man unter Umdrehung Caffee brennt. Dieser Cylinder ist doppelt. Man bringt Glasröhren hinein, welche 8 Zoll lang sind, hinreichend grossen Durchmesser und möglichst dünne Wände haben. In die eine dieser Röhren bringt man den auf Dampfdichte zu prüfenden Körper und in die andere einen Körper von bekannter Dampfdichte und dessen Siedepunct wenig von dem des ersteren verschieden, oder vielmehr ein wenig unter demselben. Man befestigt eine dieser beiden Röhren, die man ausgezogen hat, in der Mitte des Cylinders mit Eisendraht. Man kann gleich noch ein engeres Rohr für ein Thermometer hier einführen. Nun schliesst man den Cylinder, bringt ihn in den Ofen und dreht ihn um seine Axe. Die Axe des Cylinders ist ein wenig geneigt, so dass das verschlossene Ende der Röhren ein wenig tiefer als das ausgezogene liegt. Die Körper, indem sie sich ausdehnen, treiben die Luft aus; man steigert die Temperatur und verschliesst die Röhren. Setzt man voraus, dass die Röhren gleichen Inhalt haben und dass sie keine Luft mehr enthalten, hätte man durch die Wägung unmittelbar das relative Gewicht der Dämpfe.

Für den Fall dagegen, wo die Röhren nicht gleich sind, ge-  
 es, sie mit Quecksilber zu füllen, um deren Inhalt und die  
 der zurückgebliebenen Luft zu bestimmen. Da es dabei  
 ist, die Temperatur zu kennen, bis zu welcher die Luft  
 war, so kann dieses mit dem Luftthermometer bestimmt  
 werden. Ein Fehler hierbei hat wenig Einfluss, weil man die  
 der zurückbleibenden Luft sehr gering machen kann.

Auf diese Weise fand ich die Dichte des Stilbendampfes =  
 8,13. Nach der Rechnung müsste sie 8,13 sein. Als Verglei-  
 ungskörper nahm ich das Naphtalin. Wenn schon dieses Re-  
 sultat genauer ausfiel als das erstere, so will ich über die Me-  
 ssung nicht früher urtheilen, als wiederholte Versuche sie be-  
 stätigen.

Chlor nimmt aus dem Stilben beim Erwärmen Wasserstoff und  
 bindet sich mit dem Stilben. Eben so verhält sich Brom.  
 Salpetersäure giebt mehrere neue Producte damit.  
 Erdhäuser Vitriolöl löst es in der Hitze auf; beim Sättigen mit  
 Luft erhält man ein Sulphosalz, welches auflöslich ist.

Verdünnte Chromsäure zersetzt es nicht, concentrirte greift  
 in der Wärme heftig an. Lässt man die Einwirkung in einer  
 Korte vor sich gehen und fügt man dann etwas Wasser hinzu,  
 erhält man bei der Destillation einige Tropfen eines Oeles,  
 welches den Geruch und den Geschmack des Bittermandelöls hat.  
 In Luft ausgesetzt, wird es fest und bildet kleine Nadeln.

Die Analyse vom Stilben gab:

I. 0,300 Substanz:	II. 0,300 Substanz:
1,025 Kohlensäure,	1,037 Kohlensäure,
0,180 Wasser.	0,180 Wasser.

Dieses beträgt in Procenten:

	Berechnet.	Gefunden.	
		I.	II.
$C_{28} = 2100$	93,334	93,18	93,38
$H_{24} = 150$	6,666	6,66	6,66.

Diese Formel stellt 4 Volumina des Dampfes dar:

$$C_7 = 7,60$$

$$H_6 = 0,53$$

---


$$\text{Dichte} = 8,13.$$

Der Versuch oben gab 8,4 und 8,2.

Dieser Kohlenwasserstoff hat dieselbe Zusammensetzung der, welcher in dem Bittermandelöl existirt,  $C_{14} H_{12} O_2$ , und Schwefelbenzen  $C_{14} H_{12} S_2$ ; seine rationelle Formel ist den wahrscheinlich die folgende:  $2(C_{14} H_{12})$ .

Bei Behandlung mit Chromsäure spaltet er sich und er wiederum Bittermandelöl, welches zu seiner Bildung gedient. Es ist dieses, wie ich glaube, das erste Beispiel einer Reduktion und Wiederoxydation eines organischen Körpers.

#### *α Stilbenchlorür.*

Lässt man einen Strom von Chlorgas über geschmolzenes Stilben streichen, so wird es absorbirt, ohne dass sich etwas Salzsäure bildet. Bei fortgesetzter Einwirkung und Temperaturerhöhung bilden sich neue Producte, welche mit einer Entwickelung von sauren Dämpfen verbunden sind.

Bei Unterbrechung der Operation war das Stilben in einen Körper umgewandelt. Man sieht leicht, dass, je nach der Dauer der Operation längere oder kürzere Zeit anhält, die Resultate ändern müssen. Die 4 Körper sind nun:

*Stilbenchlorür α,  
Stilbenchlorür β,  
Chlostilbaschlorür,  
ein öliges Chlorür.*

Man giesst auf das Gemenge der drei Körper Aether, und die drei letzten löst.

Um die Verbindung α zu reinigen, löst man sie in einer reichenden Menge von Aether in der Siedehitze. Hat man genug hinzugefügt, dass sich nicht schon beim Erkalten Krystalle ausscheiden, so erhält man durch freiwilliges Verdampfen des Aethers nach einigen Tagen kleine durchsichtige Krystalle, die dem Systeme des schiefen Prisma's mit rechtwinklige angehören.

Dieser Körper ist wenig in Aether und fast unlöslich in dem Weingeist. Er ist zum Theil ohne Zersetzung flüchtig, bei plötzlich starkem Erhitzen erhält man neben einem Körper Salzsäure.

Eine siedende Lösung von Kali in Weingeist verwandelt ihn in *Chlostilbase α*.

0,250 gaben:  
0,608 Kohlensäure,  
0,109 Wasser.

Hieraus gewinnt man die Formel:

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{28} = 2100$	67,00	66,32
$H_{24} = 150$	4,85	4,84
$Cl_4 = 885$	28,15	28,84
<hr/>	<hr/>	<hr/>
3135	100,00	100,00.

Sie stellt gleiche Volumina Chlor und Stilben dar. Diese Zusammensetzung wird einerseits dadurch bestätigt, dass sich Chlor ohne Gasentwicklung mit dem Stilben verbindet, andererseits durch die Zersetzungsproducte, welche man durch wässriges Kali daraus erhält.

#### *Stilbenchlorür $\beta$ .*

Nach oben bleibt dieses, mit einem öligen Körper und mit Chlostilbaschlorür gemengt, zurück. Aus einem mit etwas weingeist gemengten Aether krystallisiren die beiden übrigen Körper, während der ölige Körper aufgelöst bleibt. Dieses  $\beta$  Chlorür bildet rechtwinklige oder achteckige durchsichtige Tafeln, die andere Verbindung erscheint in kleinen weissen und klaren Linsen. Man trennt sie mechanisch, löst sie von Neuem in weingeisthaltendem Aether, um sie umzukrystallisiren.

Das  $\beta$  Chlorür krystallisirt in achteckigen Tafeln. Es ist farblos, blättrig, durchsichtig, von geringem Perlmutterglanz. Weingeist löst es leicht, Aether noch leichter.

Eine weingeistige und siedende Lösung von Kali verwandelt diese Verbindung in Chlostilbase  $\beta$ .

0,300 gaben:  
0,735 Kohlensäure,  
0,1305 Wasser.

Dieses beträgt in hundert Theilen:

Gefunden.
$C_{28} = 66,82$
$H_{24} = 4,83$
$Cl_4 = 28,35$
<hr/>
100,00.

Dieser Körper ist mithin mit dem vorigen isomer.

*Stilbaschlorür.*

Es krystallisirt in Gestalt kleiner matter Linsen. Es ist in Aether etwas weniger löslich als die vorige Verbindung. Man kann sich selbst des Aethers bedienen, um diese beiden Körper zu trennen, nur muss man das Umkrystallisiren oft wiederholen. Es schmilzt bei 85°. Eine weingeistige und siedende Lösung von Kali zersetzt es. Es bildet sich Chlorkalium und eine ölige Materie, welche Chlor enthält.

Bei der Analyse gaben:

0,250  
0,543 Kohlensäure,  
0,088 Wasser.

Hieraus erhält man:

	Berechnet.	Gefunden
$C_{28} = 2100$	58,90	59,27
$H_{22} = 138$	3,85	3,90
$Cl_6 = 1328$	37,25	36,83
<hr/> 3566	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00.

Diese Formel stellt Stilben — 2 At. Wasserstoff + 6 At. Chlor dar, oder Stilbenchlorür — 2 At. Wasserstoff + 2 At. Chlor.

*Stilbenbromür*

erhält man, wenn man Stilben mit Brom übergiesst. Diese Körper verbinden sich und entwickeln dabei nur Spuren von Bromwasserstoffsäure. Es bildet sich ein weisses, in Weingeist und in Aether unlösliches Pulver. Man reinigt es durch Waschen mit Aether.

Bei der Destillation wird diese Bromverbindung zersetzt. Es entwickelt sich Bromwasserstoffsäure mit etwas freiem Brom.

0,300 gaben:  
0,530 Kohlensäure,  
0,088 Wasser.

Die Forme welche dieser Analyse zu entsprechen scheint, ist folgende:

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{28} = 2100$	50,00	48,2
$H_{24} = 150$	3,54	3,3
$Br_4 = 1956$	46,46	48,5
<hr/> 4206	<hr/> 100,00	<hr/> 100,0.

Diesen Körper erhält man gemengt mit einer andern Bromverbindung, welche wahrscheinlich dem Chlostilbaschlorür entspricht, daher rührt die Entwicklung von Bromwasserstoffsäure.

Das Stilben ist ein sehr kostspieliges Präparat, da man Bittermandelöl dazu anwendet und dieses bei der Behandlung mit Schwefelammonium nur zum Theil in Benzensulphür umgewandelt wird.

Bei der Destillation dieser Schwefelverbindung erhält man vielleicht nur den dritten Theil seines Gewichtes an Stilben. Man wird es daher entschuldigen, wenn ich die Analysen nicht wiederholte und sie exacter machte.

### *Chlostilbase $\alpha$ .*

Lässt man Stilbenchlorür  $\alpha$  mit einer weingeistigen Lösung von Kali sieden, so erhält man Chlorkalium und eine ölige, durch Wasser fällbare Materie. Diese ist Chlostilbase  $\alpha$ .

Sie ist in Weingeist und Aether löslich, destillirt unverändert. Brom verbindet sich damit.

0,310 gaben:  
0,875 Kohlensäure,  
0,150 Wasser.

Entsprechend der Formel:

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{28} = 2100$	78,36	77,0
$H_{22} = 138$	5,15	5,3
$Cl_2 = 442$	16,49	17,7
<hr/>	<hr/>	<hr/>
2680	100,00	100,0.

Diese Analyse findet in folgender Reaction ihre Bestätigung. Ich habe durch vielfache Versuche gefunden, dass, so oft ein Körper, der aus einem Kohlenwasserstoff durch Behandlung mit Chlor abgeleitet ist, mehr Atome enthält als dieser Körper selbst, man ihm so viele Atome Chlor durch Kali entziehen kann, dass die übrigbleibende Verbindung die gleiche Anzahl von Atomen behält.

0,228 Stilbenchlorür  $\alpha$

wurden mit Kalilösung in Weingeist bis zum Sieden erhitzt. Die mit Wasser verdünnte Lösung, mit Salpetersäure neutralisirt und mit salpetersaurem Silber behandelt, gab nun einen Niederschlag von 0,127 Chlorsilber.

Auf diese Weise hat das Stilbenchlorür folgende Zersetzung erlitten:



und die Verhältnisse der Berechnung und des Versuches stimmen hiermit überein:

$$\text{C}_{28} \text{H}_{24} \text{Cl}_4 : \text{Cl}_2 \text{ Ag} = 3135 : 1793 = 0,228 : 0,130.$$

#### *Chlostilbase $\beta$ .*

Ein ölartiger, dem vorigen ähnlicher Körper. Man erhält ihn durch Behandeln von Stilbenchlorür  $\beta$  mit siedender Lösung von Kali in Weingeist. Dieser Körper ist ohne Zersetzung flüchtig. Ich zweifle nicht daran, dass es eine der Chlostilbase  $\alpha$  ähnliche Zusammensetzung habe, wiewohl ich keine Analyse davon gemacht habe. Die Einwirkung von Brom bestätigt diese Muthmaassung und stellt eine Verschiedenheit unter den beiden Chlostilbasen fest.

#### *Bromverbindung der Chlostilbase $\alpha$ .*

Beim Uebergiessen der Chlostilbase  $\alpha$  mit Brom, verbinden sich diese beiden Stoffe unmittelbar. Man erhält eine feste Materie, welche wenig in Weingeist und Aether löslich ist. Um sie zu reinigen, wendet man siedenden Aether an. Bei freiwilligem Verdampfen setzen sich sechsseitige, mit zwei Flächen zugespitzte Prismen an.

Eine Analyse von 1 Decigram. Substanz gab folgende Zusammensetzung:

Kohlenstoff 43,5

Wasserstoff 3,0

und giebt Chlostilbase + Brom:



analog dem Bromür und Chlorür vom Stilben.

#### *Bromverbindung der Chlostilbase $\beta$ .*

Die Chlostilbase  $\beta$  verhält sich zu Brom wie ihr isomerer Körper. Die beiden Körper verbinden sich unmittelbar mit einander ohne Entwicklung saurer Dämpfe, und man erhält eine feste Materie, die man durch Lösen in siedendem Aether und freiwilliges Verdampfen reinigt.

Die Krystalle waren undeutlich und konnten nicht gemessen werden. Durch Destillation zersetzt sich dieser Körper in Brom,

Bromwasserstoffsäure und einen neuen, in Nadeln krystallisirten Körper.

0,200 gaben:  
0,340 Kohlensäure,  
0,035 Wasser,

welche Zahlen zu der Formel führen:

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{28} = 2100,0$	45,3	46,30
$H_{22} = 137,5$	3,0	3,05
$Cl_2 = 442,5$		
$Br_4 = 1956,0$		
<hr/>		
4636,0.		

Sie stellt Chlostilbase dar, + 4 At. Brom.

*Nitrostilbase und Nitrostilbese.*

Um diese Körper zu erhalten, liess ich Stilben mit Salpetersäure sieden, es bildete sich eine gelbe, harzige Materie. Nach dem Trocken und Waschen gab eine Analyse:

0,300  
0,808 Kohlensäure,  
0,130 Wasser.

Die Zusammensetzung der Nitrostilbase müsste sein:

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{28} = 2100,0$	74,7	73,4
$H_{22} = 137,5$	4,9	4,8
$N_2O_4 = 575,0$	20,4	—
<hr/>		
2812,5	100,0	

Es ist klar, dass bei der Darstellung dieses Körpers die Einwirkung zu weit fortgeschritten war, und sich schon eine Quantität Nitrostilbese gebildet hatte. Ich liess von Neuem Salpetersäure auf das vorige Product einwirken und unterbrach die Operation, nachdem die Flüssigkeit einige Minuten im Sieden erhalten war. Ich erhielt eine neue gelbe, harzige Materie, welche nach dem Waschen und starkem Trocknen für

0,250 Substanz  
0,615 Kohlensäure und  
0,095 Wasser gab.

Wenn schon diese Zahlen nicht mit der Formel der Nitrostilbese stimmen, so zeigen sie nichtsdestoweniger, dass das Stilben, indem es Wasserstoff verliert, dafür zwei Aeq. Untersalpetersäure aufnimmt. Die folgende Formel, welche äquivalente Brüche enthält, stimmt genügend mit dem Versuche:

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{28} = 2100$	67,8	67,1
$H_{21} = 131$	4,2	4,2
$N_3 O_6 = 862$	28,0	28,2
<hr/>	<hr/>	<hr/>
3093	100,0	100,0.

Ich hatte nicht Material genug, um ausmitteln zu können, ob man reine Nitrostilbese erhalten könne. Ich glaube dennoch, dass die vorhergehenden Analysen mich berechtigen, die Existenz einer Nitrostilbase  $C_{28} H_{22} (N_2 O_4)$  und einer Nitrostilbese  $C_{28} H_{22} 2 (N_2 O_4)$  anzunehmen.

### Nitrostilbinsäure.

Wenn man einige Grammen Stilben mit Salpetersäure eine Viertelstunde lang sieden lässt, so erhält man einerseits eine gelbe Materie, die beiden vorigen Körper und eine saure Lösung, welche nach dem Abgiessen und Verdünnen ein gelbes leichtes krystallinisches Pulver fallen lässt. Dieses enthält die Säure. Man zieht sie mit verdünntem Ammoniak aus und sättigt dieses mit Salpetersäure.

Es bildet sich sogleich ein Niederschlag, den man abfiltrirt, auswäscht und trocknet.

Die Nitrostilbinsäure ist blassgelblich, fast unlöslich in Wasser, löslich in Weingeist, noch mehr in Aether. Sie schmilzt bei einer höheren Temperatur als die Nitrobenzoinsäure und sublimirt sich in Blättchen.

0,314 gaben:  
0,630 Kohlensäure,  
0,102 Wasser.

0,300, mit Kupferoxyd verbrannt, gaben 12 Cb. C. Stickstoff bei 0,765 und 14°, oder 11,5 bei 0,760 und 0°.

0,350 Silbersalz, erhalten durch Fällen des Ammoniaksalzes mit salpetersaurem Silber, hinterliessen 0,1435 metallisches Silber. Diese Zahlen betragen in Procenten:

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{28} = 2100$	55,08	54,70
$H_{22} = 138$	3,58	4,60
$N_2 = 175$	4,58	4,60
$O_{14} = 1400$	36,76	37,10
<hr/> 3813	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00.

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{28}H_{22}N_2O_{14} = 3787$	58,4	59,0
$Ag_2 = 2702$	41,6	41,0
	<hr/> 100,0	<hr/> 100,0.

Die Nitrostilbinsäure ist mithin zweibasisch; folgendes ist die Theorie ihrer Bildungsweise, sie entspricht den Ideen, welche ich in meiner vorigen Abhandlung erwähnt habe.

1) Das Stilben nimmt 10 At. Sauerstoff auf, um Stilbinsäure (unbekannt) zu bilden, welche in Folge dieses Sauerstoffüberschusses zweibasisch ist, und man hat mithin:



2) Diese vertauscht nun ein Aeq. Wasserstoff gegen ein Aeq. Untersalpetersäure und bildet Nitrostilbinsäure



*Ueberoxyd des Stilbens (stilbinige Säure).*

Der benzoësaure Benzoylwasserstoff, welcher von Liebig und Pelouze analysirt wurde, war durch Einleiten von feuchtem Chlor in Bittermandelöl erhalten. Ich erhielt dieselbe Verbindung durch Behandeln des Bittermandelöls mit rauchender Schwefelsäure in einer anderen Krystallform. Meine Analysen gaben dieselben Resultate, welche Liebig und Pelouze erhielten. Da aber alle diese Analysen nach dem alten Kohlenstoffatom berechnet waren, so glaubte ich die Analyse wiederholen zu müssen.

0,300 gaben:  
0,834 Kohlensäure,  
0,148 Wasser.

Diese Zahlen stimmen mit der folgenden Formel:

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{28} = 2100$	76,35	75,82
$H_{24} = 150$	5,45	5,47
$O_5 = 500$	18,20	18,71
<hr/> 2750	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00.

Wie ich gezeigt habe, erhält man aus dieser Verbindung, wenn man sie mit Kalilauge behandelt, eine ölige Substanz, welche nach dem Austrocknen fest wird und ein Aeq. Kalium auf 28 Aeq. Kohle enthält; die Formel derselben ist:



Gerhardt glaubt, dass die Analyse dieser Substanz fehlerhaft sei, auf den Grund hin, dass sie für die Formel eine ungerade Zahl für den Sauerstoff giebt. Die Beobachtung von Gerhardt ist auf eine so grosse Anzahl von Thatsachen gestützt, dass man sie genau erwägen muss, bevor man sich ausspricht. Aber von allen Analysen, welche von Liebig, Pelouze und von mir aufgestellt wurden, giebt keine 4 oder 6 Atome Sauerstoff. Vielleicht ist dieses einer Unreinheit des Salzes zuzuschreiben; dasselbe war zwar bald mit Chlor, bald mit rauchender Schwefelsäure dargestellt. Wenn man die von mir aufgestellte Formel annimmt, so nehmen unter Einfluss von Sauerstoff im *statu nasc.* 2 At. Benzenoxyd (Bittermandelöl), indem sie zusammentreten, ein At. Sauerstoff auf.

#### *Stilbesüberoxyd oder Acide stilbeseux.*

Als ich diesen Körper bekam, hatte ich die Absicht zu prüfen, ob das Bittermandelöl mehr als 2 At. Wasserstoff unter Einfluss des Chlors abgeben könne. Ich erwärmte gegen Ende der Operation gelinde. Beim Erkalten erstarrte das Oel zu einer krystallinischen Masse, diese war ein Gemenge von:

Benzoylchlorür,

Benzoësäure,

Stilbesüberoxyd

und einer in sehr feinen Nadeln krystallisirten Substanz.

Ich brachte diese Masse auf einen Trichter, dessen Boden mit zerstoßenem Glase bedeckt war. Nach dem Abtröpfeln des Oels presste ich sie zwischen Papier und löste sie in einem Gemenge von Aether und Weingeist bei gewöhnlicher Temperatur.

Dieses Lösungsmittel hinterliess das Stilbesüberoxyd.

Die Lösung gab nachher beim Abdampfen ein Gemenge von Benzoësäure und einer sehr fein nadelförmig krystallisirten Materie. Verdünntes Ammoniak löste die Säure davon auf. Die nun in kalten Lösungsmitteln unlösliche Verbindung wurde in sie-

endem Aether aufgelöst. Die Lösung der freiwilligen Krystallisation überlassen, gab vollkommen ausgebildete Krystalle.

Diese Krystalle sind sehr wenig in Weingeist und in Aether löslich. Diese Lösungen röthen Reagenzpapier nicht. Bei  $145^{\circ}$  schmelzen sie; beim Erkalten krystallisirt die geschmolzene Masse, wenn man die Vorsicht brauchte, nicht Alles zu schmelzen; schmilzt man die Krystalle vollständig, so wird die geschmolzene Masse vor dem Erkalten bis zur gewöhnlichen Temperatur zuerst gummiähnlich durchsichtig. Beim gelinden Wiedererhitzen krystallisirt sie warzenförmig, strahlig und matt.

Ich habe gezeigt, dass viele Körper der Benzoëreihe und der Naphtalinchlorverbindungen eine ähnliche Eigenschaft haben. Es ist dieses ein Fall von Dimorphismus, welcher an das Stilbenperoxyd erinnert, dessen rechtwinklige Varietät sich beim Schmelzen in schiefe Prismen verwandelt.

Das Stilbesüperoxyd liefert durch Destillation eine ölige Materie, welche beim Erstarren andere Krystalle zu geben scheint. Es ist löslich in Ammoniak und in Kali, Säuren scheiden es daraus unverändert ab. Seine siedende Lösung in ammoniakalischem Weingeist giebt mit salpetersaurem Silber einen in sehr glänzenden Schuppen krystallisirenden Niederschlag.

Bei der Analyse gaben:

0,200  
0,525 Kohlensäure,  
0,078 Wasser.

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{28} = 2100$	71,80	71,60
$H_{20} = 125$	4,28	4,33
$O_7 = 700$	23,92	24,07
<hr/>	<hr/>	<hr/>
2925	100,00	100,00.

0,285 des Silbersalzes gaben beim Glühen 0,139 Silber.

Die Rechnung giebt:

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{28} H_{16} O_7 = 2900$	51,8	51,3
$Ag_2 = 2700$	48,2	48,7
<hr/>	<hr/>	<hr/>
5600	100,0	100,0.

Dieses Stilbesüperoxyd hat gewiss seine Entstehung unter dem Einfluss von Wasser genommen. Denn wenn schon zu seiner

Darstellung trocknes Chlorgas angewandt wurde, so blieb das Gefäß während der Dauer der Operation, 4—5 Tage lang, offen und die Dämpfe der Salzsäure condensirten Wasser über dem Oele. Man kann die Bildungsweise auf folgende Art erklären. 2 At. Bittermandelöl absorbiren 1 At. Sauerstoff, um das Stilbenüberoxyd zu bilden, und dieses vertauscht 2 Aeq. Wasserstoff gegen 2 Aeq. Sauerstoff.

Man könnte annehmen, dass die Bildung dieser Körper von der Gegenwart des Benzoins herzuleiten sei. Dieses hätte 4 At. Wasserstoff ohne Substitution verloren, um Benzoyl (Benzil) zu bilden, und dieses hätte daraus 3 At. Sauerstoff absorbirt.

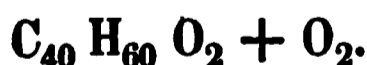
Die erstere Erklärung ist im Einklange mit Allem, was ich in einigen zwanzig Abhandlungen geschrieben habe. Sie ist der ähnlich, die ich zur Umwandlung des Terpentinöls in Pinin- und Sylvinsäure gegeben habe.

Diese Erklärung, so wie ich sie vor 8 Jahren gegeben habe, ist folgende: Das Terpentinöl  $C_{20}H_{32}$  verliert ein Aeq. Wasserstoff, dieses wird dann ersetzt durch ein Aeq. Sauerstoff  $C_{40}H_{30}O$ . Dieser Körper verbindet sich nun weiter mit einem andern Aeq. Sauerstoff zu Pininsäure und Sylvinsäure. Um diese Erklärung auf das Stilbesüberoxyd anzuwenden, werde ich sie etwas umsetzen.

2 Aeq. Terpentinöl vereinigen sich und vertauschen 2 Aeq. Wasserstoff gegen 2 Aeq. Sauerstoff.



Dieses neue Product absorbirt nun noch zwei Aeq. Sauerstoff, um Sylvinsäure zu bilden:



*Die oben genannte, in feinen Nadeln krystallisirte Materie.*

So wie sie erhalten wurde, bedarf sie der Reinigung durch Umkrystallisiren aus Aether, den man dem freiwilligen Verdampfen überlässt.

Man erhält feine lange, glänzende, in Bündeln vereinigte Nadeln. Nach dem Schmelzen bilden sie eine durchsichtige, gummiartige Masse; bei gelindem Wiedererhitzen wird sie in kleinen mikroskopischen Warzen krystallinisch.

Diese lösen sich in siedendem Ammoniak und werden daraus

Es wird wieder durch Salzsäure gefällt. Der Destillation unterworfen, gaben sie eine andere krystallisirbare Materie.

### *Bromverbindung vom Benzamid.*

Das Benzamid habe ich dadurch dargestellt, dass ich Benzoylchlorür in Weingeist löste und Ammoniak dazu goss. Es bildete sich sogleich ein krystallinischer Niederschlag von Benzamid. Durch Umkrystallisiren aus Weingeist habe ich es rein erhalten.

Bei einer zweiten Darstellung auf dieselbe Weise erreichte ich meinen Zweck nicht; ich glaube, dass das Bittermandelöl nicht lange genug mit Chlor behandelt war.

Als ich Benzamid mit Brom in eine Flasche brachte, löste es sich, ohne Entwicklung von Bromwasserstoffsäure. Nach 14 Tagen setzten sich im Winter rubinrothe Krystalle ab. Ammoniak zersetzt diese rothen Krystalle plötzlich und es scheidet sich Benzamid aus. Wasser zersetzt dieselben sehr langsam, an der Luft verbreiten sie Bromgeruch.

Man sieht leicht, dass die Analyse dieses Körpers nicht genau sein kann, aber seiner Entstehungsweise nach kann man ihn als nichts Anderes als eine Verbindung von Brom und Benzamid betrachten. Ich habe die Analyse so angestellt, dass ich die Substanz durch Ammoniak zersetzte und die Bromwasserstoffsäure als Silbersilber bestimmte. Ich fand auf 54,3 Brom 45,7 Benzamid.

Bz + Br<sub>4</sub> würde geben:

C <sub>14</sub> =	1050	
H <sub>14</sub> =	87	
O <sub>2</sub> =	200	
N <sub>2</sub> =	175	
Br <sub>4</sub> =	1956	56,3
	<hr/>	<hr/>
	3468	100,0.

Man kann diese Verbindung nicht als ein Benzamidbromür betrachten, sie ist dem Brom haltenden Camphor ähnlich. Brom und Salpetersäure spielen die Rollen des Krystallwassers in Verbindungen der Art.

### *Constitution der Stilbenreihe.*

Das Radical der Benzen- oder Benzoylreihe ist der Kohlenwasserstoff C<sub>14</sub> H<sub>12</sub>, welchen ich Benzen nenne. Unter verschied-

denen Umständen kann sich dieses Radical verdoppeln und Stilben erzeugen. Umgekehrt kann sich das letztere wiederum spalten und in die Reihe des Benzens zurückgehen.

So giebt Benzensulphür Stilben, und wenn man dieses mit Chromsäure behandelt, so erhält man Benzenoxyd.

Gerhardt erklärt den Vorgang hierbei anders. Er nimmt an, dass durch die Chromsäure die Hälfte des Kohlenstoffes und des Wasserstoffes aus dem Stilben verbrenne, während der Rest sich oxydire, um Bittermandelöl zu bilden. Wenn man aber bemerkt:

- 1) dass das Stilben sich nur durch Addition zweier Aeq. des Kohlenwasserstoffes, der in dem Bittermandelöl in dem Benzensulphür existirt, hat bilden können;
- 2) dass die Brombenzoesäure durch Addition zweier Aeq. eines vom Benzenradical abgeleiteten Körpers entsteht;
- 3) dass man aus dem Stilben die Nitrostilbinsäure gewinnt, welche ihrer Constitution nach der Brombenzoesäure (Bromostilbinsäure) correspondirend ist; so kann man die Umwandlung von Stilben in Bittermandelöl nur als eine Spaltung und nicht als eine Verbrennung betrachten.

Blondeau de Carolles macht in seiner kürzlichen Abhandlung über die Stärke, den Zucker u. s. w. ein neues Gesetz bekannt, welches er das Gesetz der Spaltung der organischen Körper nennt. Ich weiss nicht, ob ich mich nicht irre, dass dieses Gesetz schon sehr alt ist. Die Chemiker haben sehr oft die Äquivalente der organischen Stoffe verdoppelt und verdreifacht, um die Metamorphosen derselben erklären zu können. So hat Berzelius oft viele Verbindungen durch Formeln der folgenden Art:  $R + O$ ,  $R_2 + O_2$ , dargestellt. Aber diese haben nichts mit der Interpretation von Blondeau de Carolles gemein.

In meiner ersten Theorie der abgeleiteten Radicale habe ich in einem besonderen Artikel dargethan, dass die organischen Körper sich spalten könnten. Als Beispiele habe ich die Uebergänge der Reihe  $C_8 H_8$  in die Reihe  $C_4 H_4$ , diejenigen der Reihe  $C_{40} H_{32}$  in die Reihe  $C_{20} H_{16}$  angeführt, die der Oelsäure in der Oenanthsäure.

Blondeau de Carolles konnte mir hierauf entgegen setzen, dass diese Beispiele nicht gut gewählt seien, und dass die Verbindungen, die ich gewählt habe, nicht reine und einfache Spaltungen

stellen; indessen macht dieses wenig aus, indem ich die Proposition der Sache in Frage zog. Aber die folgenden Beispiele sind den von Blondeau citirten durchaus ähnlich.

Liebig stellte die Knallsäure durch Verdoppelung, die Cyansäure durch Verdreifachung des Aeq. der Cyansäure dar.

In meiner letzten Abhandlung findet man die folgenden Reihen:

*Benzenique, Bibenzenique, Tribenzenique,*  
*Indenique, Bündenique,*  
*Sulphurique, Bisulphurique, Trisulphurique.*

Und diese Reihen gehen von der einen in die andere über, wohl in steigender als fallender Ordnung.

Ist nun das Stilben durch Juxtaposition zweier Aeq. des Benzens entstanden, oder existirt dieses in der neuen Verbindung nicht mehr? das heisst, ist die Verdoppelung darzustellen durch:  $2(C_{14})$  oder durch  $C_{28} H_{24}$ ?

Ich entscheide mich für die erste Ansicht aus folgenden Gründen. Ich habe bemerkt, dass, wenn ein Radical oder ein abgeleiteter Körper mehr als 3 Aeq. Sauerstoff enthält, derselbe stets eine Säure sei. In der Stilbenreihe aber stossen wir auf eine Reihe von Körpern, welche 4 bis 5 Aeq. Sauerstoff mehr enthalten als das Radical; dahin gehören:

Benzoin  $C_{28} H_{24} + O_4$ ,  
 Stibenüberoxyd  $C_{28} H_{24} + O_5$ ,  
 Stilbesüberoxyd  $C_{28} H_{20} O_2 + O_5$ .

Streng genommen könnte man diese letzteren als eine Art schwacher Säuren betrachten.

In meiner letzten Abhandlung versuchte ich zu zeigen, dass, wenn man zu einer Säure noch ein anderes Oxyd hinzufügt, wie um ein Oxyd oder ein neutraler Körper entstehe.

Das Benzenoxyd, indem es sich verdoppelt, giebt einen neuen Körper:

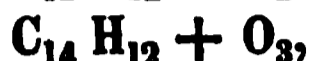
das Benzoin  $\left. \begin{matrix} C_{14} H_{12} \\ C_{14} H_{12} \end{matrix} \right\} + O_4$ .

Wenn man zu einer einbasischen Säure ein Oxyd hinzufügt, erhält man eine einbasische Säure. So die Formobenzoylinreihe. Wenn man einen Kohlenwasserstoff fände, welcher mit Stilben isomer wäre und dasselbe Atomgewicht hätte, dessen Name aber

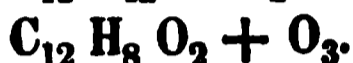


so glaube ich, er würde, indem er Sauerstoff absorbirte, eine Säure  $C_{28} H_{24} + O_4$  isomer mit dem Benzoïn liefern.

Das Stilbenüberoxyd kann mithin eine Verbindung zweier neutraler Körper sein:

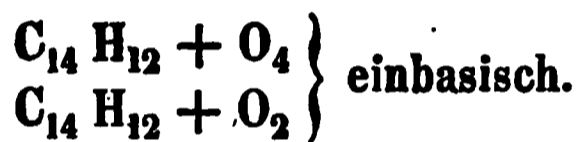


und das Stilbesüberoxyd eine analoge Verbindung:



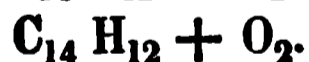
Diese neutralen Körper können dann, wie das Aldehyd, Cumylhydrür, Wasserstoff gegen dessen Aeq. Kali, Ammonium Silber u. s. w. austauschen.

Die Benzilinsäure ist ebenfalls ein Körper aus der Stilbenreihe abzuleiten von der Verdoppelung des Radicals Benzen. | Formel muss sein:



Diese Säure entsteht bei Einwirkung von Kali auf Benzoin. Nach Gerhardt kann diese nicht die von mir aufgestellte Formel  $C_{14} H_{10} O_2$  haben; denn sie enthält eine unpaare Anzahl Wasserstoffäquivalenten und muss verdoppelt werden.

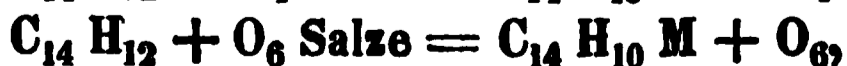
Das Benzoin verwandelt sich unter dem Einfluss von Kali in Benzoyl. Es gehört mithin auch in die Stilbenreihe, seine Formel ist:



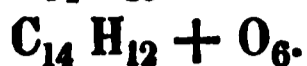
Sie giebt Rechenschaft für seine Isomerie mit dem Bittermandelöl. Ausserdem ist nach Liebig bekannt, dass das Benzoin unter dem Einfluss der Wärme sich in Bittermandelöl verwandelt. Dieses ist eine einfache Spaltung, welche hier stattfindet.

Die Stilbin- und Nitrostilbinsäure ist zweibasisch; sie enthält 10 Aeq. Sauerstoff mehr als ihr Radical. Diese starke Oxydation des Stilbens und die Sättigungscapacität seiner Säure deuten darauf hin, sie als ein verdoppeltes Radical zu betrachten.

Die Formel der Stilbinsäure würde sein:



und die der Nitrostilbinsäure:



Brombenzoinssäure, welche entsteht, wenn man Brom auf saures Silber giesst, ist offenbar eine Zusammensetzung der Reihe, von der Stilbinsäure herrührend und ihr correspondend:



folgende Tabelle enthält alle der Stilbinreihe angehörig.

diese Tabelle ist ( $X = Az_2 O_4$ ) ( $N = Az \frac{2}{3}$ ).

*Radicale:*

	Stilben	$C_{28} H_{24}$ ,
	Chlostilbase	$\alpha C_{28} H_{22} Cl_2$ ,
	— —	$\beta C_{28} H_{22} Cl_2$ ,
	Nistilbase	$C_{28} H_{22} X$ ,
kannt.	Amastilbase	$C_{28} H_{22} Ad$ ,
	Nistilbese	$C_{28} H_{20} X_2$ ,
	Amestilbese	$C_{28} H_{20} Ad$ .

*Neutrale Verbindungen dieser Radicale:*

	Stilbenchlorür	$\alpha$	$C_{28} H_{24} + Cl_4$ ,
	— —	$\beta$	id.
	Bromür	id.	$C_{28} H_{24} + Br_4$ ,
	— der Chlostilbase	$\alpha$	$C_{28} H_{22} Cl_2 + Br_4$
	— — —	$\beta$	id.
	Stilbenoxyd		$C_{28} H_{24} + O_4$ ,
mid	Azotür	id.	$C_{28} H_{24} + N_4$ ,
urer Ben-	Ueberoxyd des Stil-		
asserstoff	bens		$C_{28} H_{24} + O_5$ ,
	Kalistilbit		$C_{28} H_{22} K + O_5$ ,
	Ueberoxyd d. Stilbese		$C_{28} H_{20} O_2 + O_5$ ,
	Silberstilberit		$C_{28} H_{16} Ag_2 O_2 + O_5$ ,
oylid	Azotür d. Azastilbese		$C_{28} H_{22} N + N_2$ ,
	Unteroxyd d. Stilbese		$C_{28} H_{20} O_2 + O_2$ ,
f	Unteroxyd d. Imestil-		
	bese		$C_{28} H_{20} Im_2 + O_2$ ,
oyl	Unterazotür der Aze-		
	stilbese		$C_{28} H_{20} N_2 + N_2$ .

<i>Säuren:</i>	<i>Acides:</i>	
Hypobenzoylige S.	<i>Stilveux</i>	$C_{28} H_{24} + O_6$
	<i>Stilvites</i>	$C_{28} H_{24} M_2 + O_6$
Benzilinsäure	<i>Stilbigre</i>	$C_{28} H_{24} + O_6$
	<i>Stilbates</i>	$C_{28} H_{22} M + O_6$
Unbekannte	<i>Stilvique</i>	$C_{28} H_{24} + O_{10}$
	<i>Stilvates</i>	$C_{28} H_{20} M_2 + O_{10}$
Nitrostilbin	<i>Nistilbarique</i>	$C_{28} H_{22} X + O_{10}$
	<i>Nistilbarates</i>	$C_{28} H_{18} M_1 X + O_{10}$
Chlorobenzoinsäure	<i>Chlostilbarique</i>	$C_{28} H_{22} Cl_2 + O_{10}$
	<i>Sels</i>	$C_{28} H_{18} M_2 Cl_2 + O_{10}$
Bromobenzoinsäure	<i>Brostilbarique</i>	$C_{28} H_{22} Br_2 + O_{10}$

Seit der Bekanntmachung meiner letzten Tabellen ist die Chemie um mehrere neue Verbindungen bereichert. Ich werde im Folgenden zeigen, dass sie sich unter demselben Gesichtspunkt auffassen lassen.

Ich will mit der einfachsten Reihe beginnen.

#### *Ammeninreihe:*

Das Chlorür der Ammise  $Az_2 + O_3 Cl_4$ .

#### *Säuren:*

Salpetersäure  $Az_2 H_2 O_2 + O_4$ ,

Nitroschwefelsäure  $Az_2 H_2 O_2 + \frac{O_3}{S}$ .

Die Nitrosulphate sind mit den Nitraten isomorph.

#### *Die Ammoniakverbindungen von Malaguti und Sarzou.*

Basisch-chromsaures Kupferoxyd	$(Cr Cu + O_4) + 3 (Cu + O)$
Ammoniakverbindung	$(Cr Am + O_4) + \frac{3}{2} (Cu' + O)$
Basisch-chromsaures Zinkoxyd	$(Cr Zn + O_4) + 3 (Zn + O)$
Ammoniakverbindung	$(Cr Am + O_4) + (Zn' + O)$
Basisch-chromsaures Cadmiumoxyd	$(Cr Cd + O_4) + \frac{3}{2} (Cd + O)$
Ammoniakverbindung	$(Cr Am + O_4) + (Cd' + O)$
Basisch-chromsaures Nickeloxyd	$(Cr Ni + O_4) + 3 (Ni + O)$
Ammoniakverbindung	$(Cr + Am + O_4) \left( \begin{smallmatrix} Ni \\ Ni' O \end{smallmatrix} \right)$
Kupferoxyammonium	$\left( \begin{smallmatrix} Cu \\ Cu'_2 \end{smallmatrix} + O_3 \right) + 6 Aq.$

$\text{Cu}', \text{Zn}', \text{Cd}', \text{Ni}' = \text{Caprammonium},$

Zinkammonium etc.



In meiner Tabelle, betitelt: *Acides et Sels divers, formés par la combinaison des acides anhydres avec l'ammoniaque*, befinden sich einige Fehler, betreffend das Sulphamid und das Carbamid. Es gilt dafür Folgendes: Wenn man Chlorocarbonsäure mit trockenem Ammoniak behandelt, so bildet sich nach Regnault Carbamid und Salmiak, nach Rose hingegen nur ein Product, welches weder Carbamid noch Salmiak enthält; es ist dieses einfacher Weise: kohlensaures Chloramidammoniak,



Man hat demnach die folgenden von der Ameisensäure und der zweibasischen Kohlensäure abgeleiteten Säuren, wasserhaltig angenommen:

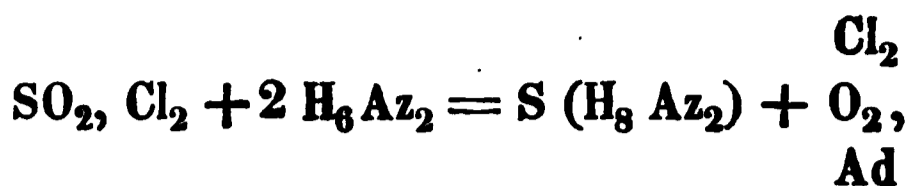
*Einbasische Säuren:*

Ameisensäure	$\text{C}_4 \text{H}_4 + \text{O}_4,$
Oxychlorcarbonätherarten	$\text{C}_4 \text{H}_2 \text{Cl}_2 + \text{O}_4,$
Urethylan	$\text{C}_4 \text{H}_2 \text{Ad} + \text{O}_4.$

*Zweibasische Säuren:*

Säuren der Carbonate	$\text{C}_4 \text{H}_4 + \text{O}_6,$
— der Oxychlorcarbonate	$\text{C}_4 \text{H}_4 + \frac{\text{O}_4}{\text{Cl}_4},$
— der Sulphocarbonate	$\text{C}_4 \text{H}_4 + \frac{\text{O}_2}{\text{S}_4},$
— der andern Arten derselben	$\text{C}_4 \text{H}_4 + \text{S}_6,$
— des durch Ammoniak u. Chlor-	
oxycarbonsäure gebildeten Salzes	$\text{C}_4 \text{H}_4 + \frac{\text{O}_2}{\text{Ad}_2 \cdot \text{Cl}_4}.$

Wenn man die Chloroschwefelsäure mit trockenem Ammoniak behandelt, so bildet sich nach Regnault Sulphamid und Ammoniaksalz, aber nach Rose erhält man nur eine einzige Substanz; es ist dieses vielleicht ein Ammoniaksalz, durch eine Oxychloramidsäure gebildet:



dem neutralen schwefelsauren Ammoniak entsprechend =  $\text{S} (\text{H}_8 \text{Az}_2) + \text{O}_4$ .

### *Aethenreihe.*

Bunsen führt in seiner letzten Abhandlung über die Kakodylverbindungen an, dass er eine sirupförmige Flüssigkeit erhalten habe, deren Zusammensetzung  $\text{C}_4 \text{H}_{12} \text{As}_2 \text{O}_8$  sei, und bemerkt dabei, dass sie beim Verbrennen mit Explosion verbrenne.

Zeigt diese Explosion wohl nicht an, dass die Verbindung Untersalpetersäure enthalte, ist sie nicht vielleicht Nitrokakodylsäure?



Die Formel stimmt mit den Analysen von Bunsen. Sollte er den Stickstoff übersehen haben?

### *Oenyl- und Acrylreihe.*

In der Oenylreihe finden sich zwei Körper, das Oenenoxyl (*Mesitaldehyd*) und die Oenylsäure (*Pteleinsäure*), letztere unbekannt. Redtenbacher macht in seiner interessanten Arbeit über das Acrolein und die Acrylsäure die Zusammensetzung des Acroleins und der Acrylsäure bekannt. Diese haben genau die Zusammensetzung des Mesitaldehyds und der Pteleinsäure. Es ist wahrscheinlich, dass diese Körper nicht identisch, aber isomere sind, denn der Geruch des Acroleins ist so ausgezeichnet, dass Kane ihn nicht kann unerwähnt gelassen haben, wenn das Mesitaldehyd ihn besässe. Das Acrolein gehört demnach in eine mit der Oenylreihe isomere Reihe.

### *Radical:*



### *Oxyd und Chlorür der Radicale:*



*Säuren:*Acrylige S.  $C_6 H_8 + O_3$ ,Acrylsäure  $C_6 H_8 + O_4$ .*Metal.*Acrum  $C_6 H_8 h_2$ .*Neue Dracylreihe.*

Glénard und Boudault machten vor Kurzem die Resultate einer Untersuchung der Destillationsproducte des Drachenblutes bekannt.

Das Hauptproduct dieser Körper ist ein Kohlenwasserstoff, welchen jene Chemiker Dracyl nennen; seine Formel ist  $C_8 H_{10} = 4$  Vol. Unter Einwirkung von Chlor giebt er Chlorodracyl  $C_8 H_6 Cl_4$  und mit Salpetersäure behandelt Nitrodracylsäure  $C_8 H_6 O_4$  ( $Az_2 O_4$ ).

Diese Reihe scheint mir sehr wichtig zu sein, weil nach Gerhardt die Analysen fehlerhaft sind, wenn sie Wasserstoff in unpaarer Anzahl der Aequivalente geben.

Wenn das Dracyl ein dem Aethen  $C_4 H_8$  analoges Radical wäre, so würde ich kein Bedenken tragen, die Ansicht Gerhardt's anzunehmen, denn ich habe alle meine Formeln so gestellt, dass ihre Wasserstoffatome durch 4 theilbar sind.

Aber es können organische Metalle existiren, die wie das Methyl, Aethyl, Amyl, Cetyl stets eine unpaare Anzahl von Wasserstoff enthalten; seien dieses nun Wasserstoffverbindungen der Radicale. Man muss mithin prüfen, ob sich das Dracyl wie ein Radical verhält. Aber alle Radicale geben Säuren, wenn sie im Allgemeinen 4 At. Sauerstoff aufgenommen haben.

Palen	$C_2 H_4$ ,
Ameisensäure	$C_2 H_2 + O_4$ ,
Aethen	$C_4 H_8$ ,
Essigsäure	$C_4 H_8 + O_4$ ,
Oenen, Acren	$C_6 H_8$ ,
Oenyl, Acrylsäure	$C_6 H_8 + O_4$ ,
Tetren	$C_8 H_{16}$ ,
Buttersäure	$C_8 H_{16} + O_4$ ,
Ceten	$C_8 H_{64}$ ,
Cetylsäure	$C_{32} H_{64} + O_4$
etc.	

Eben so hat man für die Nitrogensäuren:

Nitroameisensäure	$C_2 H_2 X + O_4,$
— Essigsäure	$C_2 H_6 X + O_4,$
— Buttersäure	$C_2 H_{14} X + O_4,$
— Benzoësäure	$C_{14} H_{10} X + O_4$
etc.	

Man kann sagen, dass die Nitrogensäuren entstehen, wenn ein Radical ein Aequivalent Wasserstoff gegen ein Aequivalent Untersalpetersäure vertauscht und 4 At. Sauerstoff aufnimmt.

Die Nitrodracylsäure ist aber entstanden durch Aufnahme von 4 At. Sauerstoff und Vertauschen von 2 Aeq. Wasserstoff gegen 1 Aeq. Untersalpetersäure.

Das Dracyl ist demnach kein Radical und kann eine unpaare Anzahl von Wasserstoffäquivalenten haben.

Entspräche ferner das Dracyl dem Aethyl und dem Methyl, so müsste es sich mit Chlor verbinden. Ich glaube vielmehr, dass es ein Hydrür des Radicals  $C_{16} H_8$  ist, welches seinen Wasserstoffüberschuss bald mit, bald ohne Substitution abgeben kann.

Ich bilde demnach folgende Reihe:

Aethen	$C_4 H_8,$	Dracen	$C_8 H_8,$
Chlorethase	$C_4 H_8 Cl_2$	Chlodracase	$C_8 H_8 Cl_2$
etc.		etc.	

#### *Oxyde, Chlorüre und Hydrüre der Radicale.*

Aethenoxyd	$C_4 H_8 + O_2,$	Dracenoxyd	$C_8 H_8 + O_2,$
Hydrür, unbekannt	$C_4 H_8 + H_2,$	Dracyl (hydrür)	$C_8 H_8 + H_2,$
Chlorür	$C_4 H_8 + Cl_4,$	Chlorür	$C_8 H_8 + Cl_2,$
— der Chlorethase	$C_4 H_8 Cl_2 + Cl_4,$	— Chlorodracyl	$C_8 H_8 Cl_2 + Cl_2$

#### *Säuren.*

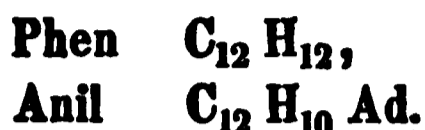
Essigsäure	$C_4 H_8 + O_4,$	Dracylsäure	$C_8 H_8 + O_4,$
Nitro-Essigsäure	$C_4 H_8 X + O_4,$	Nitrodracylsäure	$C_8 H_8 X + O_4.$

#### *Metalle.*

Ethum	$C_4 H_8 h_2,$	Dracum	$C_8 H_8 h_2.$
-------	----------------	--------	----------------

*Phenylreihe.*

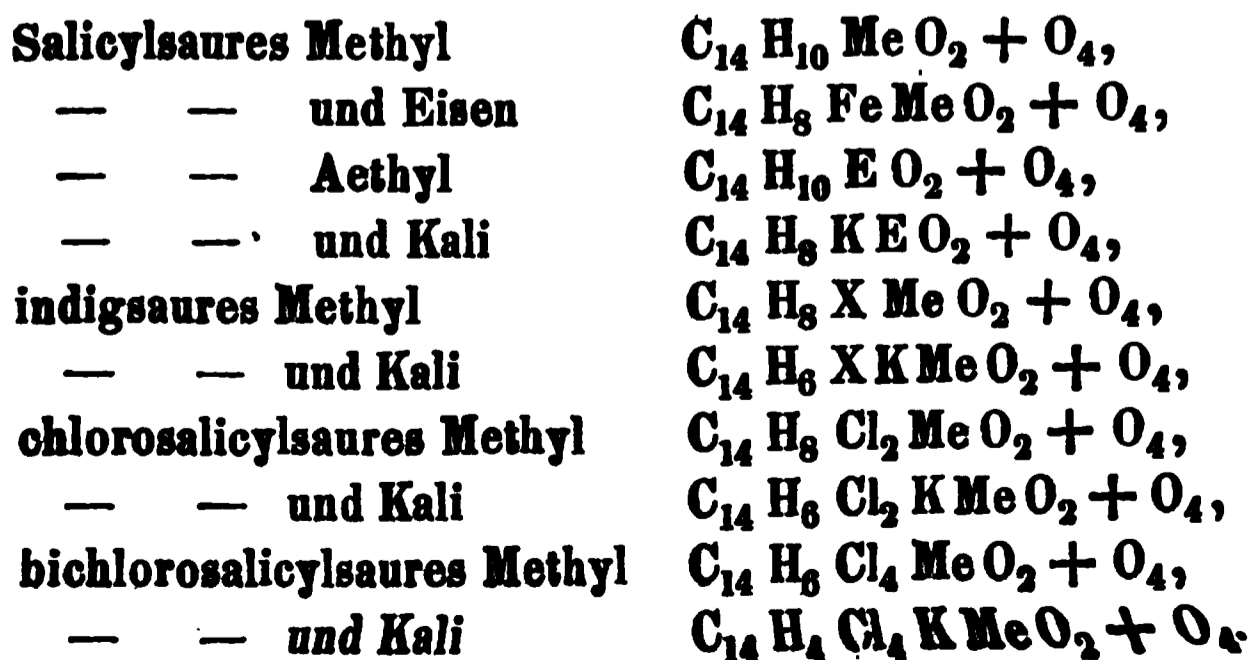
In meiner Tabelle hatte ich das Anil dargestellt als Phen oder Anilin, worin ein Aequivalent Wasserstoff durch ein Aeq. Amid ersetzt sei.



Das Nicotin stellt sich durch seine Eigenschaften neben das Anilin und muss eine analoge Constitution haben. Nach den Angaben von Barral und Ortigosa würde es enthalten:  $\text{C}_{10} \text{H}_{16} \text{Az}_2$ . Geben wir ihm die Constitution des Anils, so haben wir:  $\text{C}_{10} \text{H}_{12} \text{Az}_2$ , ableitend von  $\text{C}_{10} \text{H}_{14}$ . Aber diese Formel enthält die Wasserstoffäquivalente in unpaarer Anzahl, und dieses kann nicht sein.

Ich hatte Barral so eben um eine Probe seines Nicotins gebittet, um seine Zusammensetzung zu bestätigen, als ich die Arbeit von Melsens über dieses Alkali erhielt. Melsens's Formel ist:  $\text{C}_{10} \text{H}_{14} \text{Az}_2$ . Geben wir ihr die Constitution des Anils, so haben wir die Formel  $\text{C}_{10} \text{H}_{10} (\text{H}_4 \text{Az}_2)$ , abgeleitet von  $\text{C}_{10} \text{H}_{12}$ , und der Wasserstoff ist durch 4 theilbar.

Die neuen Verbindungen von Cahours passen ganz natürlich in folgende Reihe:

*Salenreihe.**Oxyde der Radicale:**Säuren.*

Kann es bei solchen Thatsachen noch zweifelhaft sein, dass das Chlor und das Brom so wie die Untersalpetersäure die Rollen in ihren Verbindungen spielen, wie ich sie bezeichnet habe?

### *Naphtalinreihe.*

Rochleder betrachtet in seiner Arbeit über die Flechten die Chrysophansäure als Naphtalin + Sauerstoff. Seine Formel ist:  $C_8 H_8 + O_3$ . Das Atomgewicht konnte aus Mangel an Substanz nicht bestimmt werden. Nach dieser Formel, wenn wir sie annehmen, kann die Säure nicht in die Naphtalinreihe gehören, weil dessen Formel  $C_{20} H_{16}$  ist.

Da aber Rochleder sich des basisch-essigsauren Bleies bediente, um das Bleisalz seiner Säure darzustellen, so konnte dieses auch nur basisches Salz sein. Dann könnte die Formel der Säure sehr wohl  $C_{20} H_{16} + O_6$  sein, die nicht ohne Zusammenhang mit den beiden Oxychloronaphtalinsäuren ist,  $C_{20} (H Cl O)_{16} + O_4$ .

Es ist dabei bemerkenswerth, dass diese beiden Säuren, wie die Chrysophansäure, gelb und ihre Salze roth sind.

## LX.

### Ueber die Destillationsproducte des Benzensulphürs und des Benzenazotürs.

Von

**Laurent.**

(*Revue scientifique*, No. 56. Août 1844.)

Wenn man Benzensulphür (Pikramyl) der Destillation unterwirft, so entwickeln sich zu Anfang Schwefelwasserstoff und Schwefelkohlenstoff. In der Retorte bleibt eine geschmolzene Masse, welche ein Gemenge von Stilben und einem neuen Körper ist, welchen ich *Thionessal* nenne. Um diesen zu erhalten, muss man das zuerst übergegangene Product, welches zu Schuppen erstarrt, entfernen; dieses ist Stilben. Steigert man darauf die Temperatur, so verdichtet sich nun das Thionessal im Retortenhalse als nadelförmige Krystalle.

Um es zu reinigen, lässt man es im gepulverten Zustande mit **her** sieden. Dieser löst das Stilben. Es hinterbleibt ein **sses** Pulver, auf welches man eine grosse Menge Aether giesst, **Alles** gelöst ist. Durch Verdampfen erhält man daraus das **onessal** in asbestartigen, bündelförmig oder kugelförmig **ver-**  
**gten** Massen. Wohlfeiler ist es, statt des Aethers rectificirtes **inöl** anzuwenden, worin es in der Hitze leicht, in der Kälte **unlöslich** ist. Es scheidet sich daraus in kugelig gruppirten **eln** aus.

Das Thionessal ist farblos und geruchlos, es krystallisirt in **len**artigen Nadeln.

Siedender Weingeist löst nur Spuren davon auf. Aether löst **schwer**. Siedendes Steinöl löst es am besten. Bei  $178^{\circ}$  schmilzt und erstarrt dann beim Erkalten zu einer schwammigen Masse, **,** indem sie den noch flüssigen Theil absorbirt, sich aufbläht.

Man kann bisweilen die Temperatur bis zur gewöhnlichen **ken** lassen, bevor die Masse erstarrt, sie wird dabei nicht kry-  
linisch. Erwärmt man nun von Neuem, so krystallisirt die **sse** auf einmal.

Bei  $233^{\circ}$  kann man sie stets zum Krystallisiren bringen, wenn **n** einen kleinen Krystall hineinwirft. Der Dampf besitzt **en** schwachen Geruch; nicht nach Schwefel. Das Thionessal **brennt** mit röthlicher, russender Flamme. Eine siedende Lö-  
g von Kali in Weingeist zersetzt es nicht. Kalium zersetzt es **der** Wärme. Es bildet sich Schwefelkalium und ein grosser **satz** von Kohle.

Siedende Salpetersäure greift es schwer an. Die Flüssigkeit **hält** keine Schwefelsäure.

Brom entwickelt damit sogleich Bromwasserstoff.

Eine Verbrennung ohne Sauerstoff gab:

0,835 Kohlensäure  $C = 85,14$

0,116 Wasser  $H = 4,84$ .

Eine zweite, mit einem Sauerstoffstrom beendigte Analyse **b** aus

0,300 Substanz:

0,950 Kohlensäure,

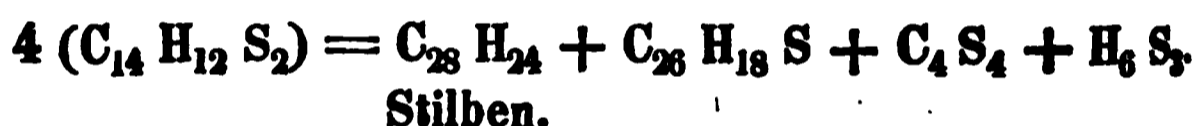
0,1325 Wasser.

Zur Schwefelbestimmung verbrannte ich 0,500 Substanz mit **iem** Gemenge von kohlensaurem Kalk, chlorsaurem Kali und

Salpeter; dieses Gemenge wurde in ein langes Glasrohr geschüttet und die Verbrennung von vorn her angestellt. Als das Thionessal zu brennen anfang, entstand eine so heftige Detonation, dass ich glaubte, die ganze Verbrennung sei beendet; allein es entstand bald darauf eine zweite und später wiederholten sie sich so, dass die Röhre einen continuirlichen Ton wie eine Orgelpfeife gab, der 6 — 8 Minuten anhielt. Nach beendigter Verbrennung wurde der Rückstand mit heissem Wasser und Salpetersäure gelöst. Salpetersaurer Baryt gab daraus 0,320 Niederschlag. Diese Zahlen führen zu der Formel:

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{26} = 1950,0$	86,2	86,35
$H_{18} = 212,5$	4,9	4,90
$S = 201,0$	8,9	8,80
<hr/>	<hr/>	<hr/>
2363,5	100,0	100,05.

Die folgende Gleichung zeigt den Vorgang, welcher stattfindet, wenn man Benzensulphür destillirt:



### *Bromthionessil.*

Thionessal wird durch Brom heftig angegriffen, es entwickelt sich unter Erhitzung Bromwasserstoff und es bleibt eine feste Masse zurück, die man durch Kochen mit Aether reinigt. Diese ist in Weingeist, Aether und Steinöl unlöslich. Sie schmilzt bei einer hohen Temperatur, erstarrt in rhombischen Tafeln und verflüchtigt sich ohne Zersetzung.

0,300 gaben:  
0,512 Kohlensäure,  
0,060 Wasser.

Hieraus erhält man:

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{26} = 1950$	46,5	46,5
$H_{14} = 88$	2,1	2,2
$Br_4 = 1956$	46,6	
$S = 201$	4,8	
<hr/>	<hr/>	
4195	100,0.	

Durch Einwirken von Brom sind mithin 4 At. Wasserstoff durch 4 At. Brom ersetzt.

### *Nitrothionessil.*

Salpetersäure greift das Thionessal selbst in der Siedehitze nur langsam an. Dieses erweicht anfangs, nachher bildet sich eine gelbe, zerreibliche, poröse Kruste, welche das *Nitrothionessil* ist. Man reinigt es durch Waschen mit Wasser, Kochen mit Aether und Weingeist, welche nichts davon lösen. Hiernach bleibt es als ein flockiges Pulver zurück. Es ist in diesem Zustande hellgelb, leicht schmelzbar, erstarrt nach dem Schmelzen zu einer durchsichtigen, nicht krystallinischen Masse. Bis zum Sieden erhitzt, entzündet es sich und hinterlässt viel Kohle.

Eine Lösung von Kali in Weingeist ist ohne Wirkung darauf.

0,300 gaben:

0,637 Kohlensäure,

0,075 Wasser.

0,200 gaben 18 Cb.C. Stickstoff bei 13° und 0,765 M.

Der Schwefel wurde nicht bestimmt, aber er musste völlig in der neuen Verbindung enthalten sein, weil die Flüssigkeit keine Schwefelsäure enthielt.

Die erhaltenen Zahlen führen zu der Formel:

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{26} = 1950$	57,5	57,9
$H_{14} = 88$	2,6	2,7
$N_4 = 350$	10,3	10,5
$O_8 = 800$	23,7	
$S = 201$	5,9	
<hr/>	<hr/>	
3389	100,0.	

Sie stellt Thionessal dar — 2 Aeq. Wasserstoff + 2 Aeq. Salpetersäure.

Aus den vorhergehenden Producten kann man folgende Reihe bilden:

### *Radical.*

Essen (unbekannt)

Thionessal

Nitrothionessil

Bromthionessil

$C_{26} H_{20}$ ,

$C_{26} H_{14} S$ ,

$C_{26} H_{14} X_2 S$ ,

$C_{26} H_{14} Br_4 S$ .

*Oxyde.*Benzon (Essenoxyd)  $C_{26} H_{20} + O_2$ ,Chlorbenzon (Chloressaloxyd)  $C_{26} H_{14} Cl_2 + O_2$ .*Säuren.*Essensäure (unbekannt)  $C_{26} H_{20} + O_4$ .*Pikrylreihe.**Pikryl.*

Wenn man Bittermandelöl mit Schwefelammonium behandelt, so erhält man bald Benzensulphür, bald Azosulphür, verschiedene ölige, sirupförmige und nicht krystallinische Producte. Ich hatte eine sehr grosse Quantität dieser öligen Producte, unterwarf sie der Destillation und erhielt anfangs Wasserammoniak, Schwefelwasserstoff und verschiedene Oele.

Die ersteren Producte, welche leichtflüssig waren, abgesondert, alle ferneren dagegen gesammelt. Sie waren:

Ein oder mehrere Oele des Pikryls, in Aether sehr löslich.

Stilben, in Aether weniger löslich.

Thionessal, sehr wenig in Aether löslich.

Lophin, noch weniger in Aether löslich.

Um sie zu trennen, muss man die gepulverten Substanzen siedendem Aether lösen; dieser löst die Oele, das Pikryl, Stilben und eine sehr geringe Quantität der übrigen Materien.

Durch Erkalten und Abdampfen setzt sich das Stilben ab. Man reinigt es leicht durch drei- bis viermaliges Umlösen aus Weingeist oder Aether.

Ich habe in meiner Abhandlung gesagt, dass ich diese durch Destillation von Benzensulphür erhalten habe; da ich aber nicht in der Gewalt hat, dieses letztere nach Willkür zu erhalten, so kann man mit grösserem Vortheil die rohen Producte anwenden, welche man bei der Einwirkung von Schwefelammonium auf in Weingeist gelöstes Bittermandelöl erhält. Man lässt das Ganze gegen drei Wochen lang einwirken.

Auf gleiche Weise kann man das Thionessal darstellen; man nimmt zu dem Ende den in Aether unlöslichen Rückstand, wäscht denselben mit Steinöl auf; das Thionessal löst sich und krystallisiert beim Erkalten.

Pikryl findet sich in der ätherischen Lösung, woraus man abgeschieden hat. Beim Verdampfen erhält man eine weisse Materie, die mit Krystallkörnern erfüllt ist. Man fügt dieses Gemenge ein wenig Aether, schüttelt schnell ab. Das Pikryl bleibt in braunen Körnern zurück. Man lässt die Aetherlösung wiederum verdampfen, wäscht wie oben s. w. Man sammelt alle Körner und löst diese in Aether. Bei langsamem Abdampfen erhält man sehr schöne Krystalle, welche aber noch gefärbt sind. Um sie farblos zu machen, muss man sie 3—4mal aus einem Gemenge von Wein- und Aether krystallisiren lassen.

Pikryl ist farb- und geruchlos, unlöslich in Wasser. Es krystallisiert in schönen Octaëdern, die beim ersten Anblick von rechtwinkligen Prisma mit rechteckiger Basis herzuweisen, durch die Messung aber als einem schiefen Prisma angehörig wurden. Es ist in Aether sehr leicht löslich, viel weniger in Weingeist. Beim Erkalten bleibt es durchsichtig wie Wasser, ohne zu krystallisiren. Chlor und Brom verbinden sich damit. Eine alkoholische und siedende Lösung von Kali wirkt darauf ein.

Kohlensäure giebt beim Sieden ein braunes, zum Theil in Aether lösliches Gemisch. Der in Aether unlösliche Theil kann bei sehr hoher Temperatur in weissen Blättern sublimiren. Er zerfällt in der Hitze, und wenn man die Producte mit Wasser behandelt, so löst dieser eine weisse, in Rhomboëdern krystallisirende Substanz.

0,300 gaben:

0,889 Kohlensäure,

0,124 Wasser.

0,300 gaben 12 Cb. C. Stickstoff bei 11° und 0,765 M.

Die Zahlen führen zu der Formel:

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{12} = 3150$	80,80	80,80
$H_{28} = 175$	4,50	4,59
$O_4 = 400$	10,20	9,85
$N_2 = 175$	4,50	4,76
<hr/>	<hr/>	<hr/>
3900	100,00	100,00.

*Pikrylbromür.*

Wenn man Brom auf Pikryl giesst, so bildet sich sogleich eine dicke gummiartige Materie. Man muss sie mit einem Stabe zertheilen, damit das Brom vollständig auf die eingehüllten Theile einwirken könne. Es entwickelt sich dabei kein Bromwasserstoff, aber wenn man die Flasche nach Verlauf einer Stunde der Einwirkung öffnet, so entweichen einige saure Dämpfe. Die folgenden Versuche wurden mit einem Pikryl angestellt, welches eine Stunde lang mit Brom in Berührung war. Die gummiartige Materie wurde dann mit Weingeist gewaschen, um das überschüssige Brom zu entfernen; darauf löst man es in Aether (darin ist es sehr leicht löslich) und fällt es mit Weingeist.

Um es vom Weingeist und Aether zu befreien, welche es hartnäckig zurückhält, muss man es schwach im leeren Raume erhitzen. Es bläht sich dabei beträchtlich auf, fällt nachher zusammen und bildet ein durchsichtiges zerbrechliches Harz. Es scheint zum Theil unverändert zu destilliren und giebt dabei zuletzt ein wenig Bromwasserstoff und Kohle.

0,200 gaben:

0,450 Kohlensäure,

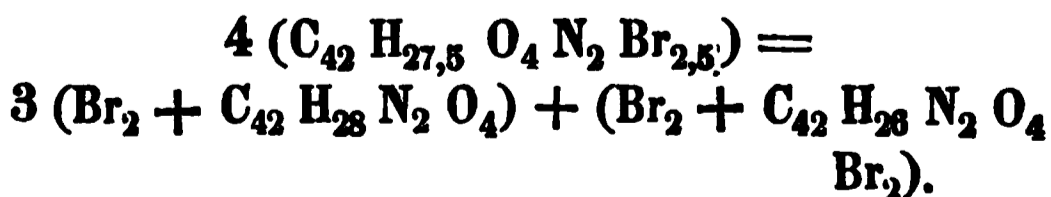
0,061 Wasser.

0,300, mit Kalk zersetzt, gaben 0,174 Bromsilber.

Diese Zahlen geben die folgende Formel:

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{42} = 3150$	61,50	61,36
$H_{27,5} = 172$	3,35	3,33
$O_4 = 400$		
$N_2 = 175$		
$Br_{2,5} = 1220$	23,80	24,30
<hr/>		
5117		

Man kann sie betrachten als ein Gemenge von Pikrylbromür und Bromopikryl darstellend.



Das erste Glied stellt das Product der unmittelbaren Einwirkung des Broms auf Pikryl dar, und das zweite das Product,

elches sich durch hinlänglich fortgesetzte Einwirkung bilden würde.

### *Pikrylchlorür.*

Das Chlor verhält sich bei Wärmeeinwirkung wie das Brom. Es entwickelt sich Salzsäure, und man erhält eine weiche, harzartige, in Aether sehr lösliche Materie; aus dieser Lösung kann sie in Aether gefällt werden.

0,300 gaben:  
0,750 Kohlensäure,  
0,103 Wasser.

Formel:

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{84} = 3150$	69,0	68,2
$H_{27} = 168$	3,7	3,8
$O_4 = 400$		
$N_2 = 175$		
$Cl_3 = 663$		
<hr/> 4556		

Sie stellt ein Gemenge dar von 1 At. Pikrylchlorür und 1 At. Chloropikrylchlorür.

### *Nitripikryl.*

Siedende Salpetersäure zersetzt das Pikryl; es bildet sich eine gelbe harzige Materie. Durch ein hinlänglich fortgesetztes Kochen löst sich Alles, und beim Erkalten setzt sich eine schön gelbe, etwas krystallinische Materie ab. Giesst man Wasser dazu, schlägt sich aus der salpetersauren Lösung noch eine neue Quantität nieder.

Diese Substanz ist in Aether leicht löslich, schwer löslich in Wasser. Bei der Destillation zersetzt sie sich mit Entzündung. Die Analyse gab:

0,400  
0,830 Kohlensäure,  
0,043 Wasser.  
0,240 gaben 27 Cb.C. Stickstoff bei 15° und 0,765 M.

Man erhält hieraus:

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{42} = 3150$	56,30	56,80
$H_{22} = 138$	2,45	2,37
$O_{16} = 1600$	28,75	28,23
$N_8 = 700$	12,50	12,60
<hr/>	<hr/>	<hr/>
5588	100,00	100,00.

Diese Formel stellt Pikryl dar — 3 Aeq. Wasserstoff + 3 Aeq. Untersalpetersäure.

Ich habe in meinen früheren Abhandlungen gezeigt, dass die aus dem Bittermandelöl abgeleiteten Körper als Radical einen Kohlenwasserstoff  $= C_{14} H_{12}$  haben, welchen ich Benzen nenne. Er bildet die folgende Reihe, aus welcher ich nur einige Glieder aufzähle:

#### *Benzenreihe.*

Benzen (unbekannt)  $C_{14} H_{12}$ .

#### *Oxyde, Sulphüre etc.*

Bittermandelöl	$C_{14} H_{12} + O_2$ ,
Benzensulphür	$C_{14} H_{12} + S_2$ ,
Benzamid	$C_{28} H_{10} Ad + O_2$ .

#### *Säuren.*

Benzoësäure	$C_{14} H_{12} O_4$ ,
abgeleitete	$C_{14} H_{10} X + O_4$ ,
Anthranilsäure	$C_{14} H_{10} Ad + O_4$ .

Die Verbindungen der vorigen Reihe können, indem sie sich verdoppeln, eine andere Reihe, welche man Bibenzenreihe oder Stilbenreihe nennen könnte, entstehen lassen:

#### *Stilbenreihe.*

Stilben	$C_{28} H_{24}$ ,
abgeleitet	$C_{28} H_{22} Cl_2$ .

#### *Oxyde, Chlorüre etc.*

Stilbenchlorür	$C_{28} H_{24} + Cl_4$ ,
Benzoin	$C_{28} H_{24} + O_4$ ,
Benzoyl	$C_{28} H_{20} O_2 + O_2$ .

*Säuren.*

Benzilsäure	$C_{28} H_{24} + O_8,$
Stilbensäure	$C_{28} H_{24} + O_{10},$
etc.	

Das Pikryl und einige andere Verbindungen könnten eine ribenzenreihe geben, deren Radical 3 ( $C_{14} H_{12}$ ) und nicht  $C_{42} H_{36}$  wäre; darnach hätte man:

*Pikrenreihe.**Radicale.*

Pikrén	$C_{42} H_{36},$
Benzostilben	$C_{42} H_{30} O_3.$

*Oxyde und Azotüre.*

Pikryl	$C_{42} H_{28} O_4 + N_2,$
Pikrylbromür	$C_{42} H_{28} O_4 + \left\{ \begin{array}{l} N_2 \\ Br_2 \end{array} \right.,$
Chlorpikrylchlorür	$C_{42} H_{28} Cl_2 O_4 + \left\{ \begin{array}{l} N_2 \\ Cl_2 \end{array} \right.,$
Nitripikryl	$C_{42} H_{22} X_3 O_4 + N_2,$
Benzhydramid (dem Benzenazotür isomer)	$C_{42} H_{36} + N_4.$

Pikryl — ein Aeq. Cyan stellt das Benzolon dar, welches man hält, wenn man Benzenazotür mit Kali behandelt.

*Amaron.*

Um diesen Körper zu erhalten, unterwirft man Benzoylazotid welches man sehr häufig bei Behandlung des Bittermandelöls mit Ammoniak erhält) der Destillation. Es entwickelt sich zuerst ein wenig von einem Oele, dem bald eine andere, wenig flüssige Substanz folgt, die im Retortenhalse fest wird.

Diese Substanz ist ein Gemenge von zwei neuen, dem Amaron und dem Lophin. Man findet dieses letztere in den Producten, welche das Pikryl begleiten.

Um das Amaron zu erhalten, zerreibt man das Destillat, mischt mit wenig Aether ab, um das Oel zu entfernen, und kocht darauf mit Weingeist und ein wenig Alkohol. Das Lophin löst sich. Man filtrirt heiss, wäscht das Amaron mit Weingeist

und kocht es nach dem Trocknen mit rectificirtem Steinöl. Es löst sich darin nicht leicht. Beim Abkühlen krystallisirt es in kleinen Nadeln, welche man durch Waschen mit wenig Aether vom Steinöl befreit.

Das Amaron ist farblos, geruchlos, in Wasser unlöslich. Siedender Aether löst davon nur eine geringe Menge. Weingeist noch weniger.

Es schmilzt bei  $233^{\circ}$  und krystallisirt beim Erkalten in langen strahligen Nadeln. Schwefelsäure löst es in der Kälte auf und nimmt damit eine herrlich blutrothe Farbe an, die durch Zusatz von Wasser sogleich zerstört wird. Wenn man davon eine concentrirte heisse Lösung macht und diese in einer kleinen Schale an der Luft stehen lässt, so krystallisirt das Amaron, sowie die Schwefelsäure Wasser anzieht.

Salpetersäure ist darauf ohne Wirkung, sie löst nur sehr wenig und lässt dieses beim Erkalten in glänzenden Nadeln fallen.

Eine siedende Lösung von Kali in Weingeist greift es nicht an.

Die Analyse gab:

0,400  
1,296 Kohlensäure,  
0,186 Wasser.

In Procenten:

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{62} = 2400,0$	88,46	88,36
$H_{22} = 137,5$	5,07	5,16
$N_2 = 175,0$	—	—
<hr/> 2712,5	<hr/> 100,00	<hr/> 100,0.

Die Formel des Amarons ist vielleicht:

$C_{32} H_{20} Im_2$ , abzuleiten von  $C_{32} H_{24}$ .

(Fortsetzung folgt.)

## LXI.

## Ueber das Lophin, eine neue organische Base.

Von

**Laurent.***(Revue scientifique, No. 56. Août 1844.)*

Wenn man in einer Retorte Benzenazotür (Hydrobenzamid, Pikramylnitrür) erhitzt, so entwickelt sich zuerst Ammoniak und ein leichtflüssiges wohlriechendes Oel. Sobald die Ammoniakentwicklung aufgehört hat, befindet sich in der Retorte eine geschmolzene Masse, die man destilliren kann, wenn man die Temperatur beträchtlich erhöht. Aber es ist besser, diese geschmolzene Masse auszugliessen, sie erstarrt dann zu einer krystallinisch strahligen Masse. Diese besteht nur aus zwei Stoffen, wovon der eine sich nur in geringer Menge als eine in heissem Aether vollständig lösliche und daraus in glänzenden Blättern krystallisirende Substanz vorfindet, während die grössere Menge in Aether unlöslich ist; diese ist das *Lophin*. Durch Anwendung von Aether wurden die beiden Substanzen getrennt. Vor der Behandlung mit Aether muss die Masse zu Pulver gebracht werden.

Auf folgende Weise wurde das Lophin krystallisirt erhalten. Dasselbe wurde in einem Kolben mit Weingeist zum Sieden gebracht (das Lophin löst sich darin nicht) und hierauf kaustisches Kali in Stücken hineingeworfen, bis Alles gelöst war, und das Ganze dann zum Erkalten hingestellt. Es setzten sich nun seinglänzende schöne Krystalle federbuschartig gruppirt ab, die auf einen Trichter gebracht wurden, um die alkalische Flüssigkeit ablaufen zu lassen, worauf sie mit Weingeist gewaschen wurden.

Als ich mit dem Lophin so verfuhr, wusste ich noch nicht, dass es sich mit Säuren verbinden könne. Jedenfalls kann man es auf folgende Weise krystallisirt erhalten: Man behandelt es mit Weingeist und ein wenig Salzsäure und versetzt diese Lösung kochend mit weingeistigem Ammoniak. Hierdurch wird man, je nach der angewandten Menge Weingeist, das Lophin mehr oder weniger gut krystallisirt erhalten.

Man kann auch durch Destillation des Benzoylazotids das Lophin erhalten. Die dabei erhaltene feste Masse ist ein Gemenge von Amaron und Lophin, die man mit Hülfe von Steinöl trennen

kann. Anwendung von siedendem Weingeist und Salzsäure wird sich zur Trennung gewiss noch besser eignen.

Wenn man Benzen-Azosulphür destillirt, so entwickelt sich Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Schwefelkohlenstoff, ölige Materien, Stilben, Thionessal und Lophin, kurz alle Producte, die man erhält, wenn man getrennt Benzensulphür und -azotür destillirt. Mit Hülfe von wenigem Aether nimmt man die Oele hinweg. Siedender Aether oder Weingeist löst das Stilben. Steinöl löst dann das Thionessal und mit Hülfe von siedendem Weingeist und Kali reinigt man das Lophin; auch würde man statt dessen Weingeist, mit Salzsäure versetzt, anwenden können.

Durch Destillation der rohen Producte, welche sich bei 2—3wöchentlicher Einwirkung von Schwefelammonium auf Bittermandelöl bilden, erhält man dieselben Producte als durch das Benzen-Azosulphür. Man findet dabei noch ausserdem das Pikryl.

Mittelst dieser rohen Producte habe ich fast alles Stilben, Pikryl, Thionessal und Lophin dargestellt, welche mir zu meinen Untersuchungen dienten.

Das Lophin ist farblos, geruchlos, ohne Geschmack und in siedendem Wasser unlöslich.

Es schmilzt bei  $260^{\circ}$ , beim Erkalten krystallisirt es in Nadeln; es destillirt unverändert.

Es ist selbst in der Siedehitze fast unlöslich in Weingeist, woraus es in Büscheln krystallisirt, eben so in Aether, ferner in Steinöl, woraus es sich als weisses Pulver absetzt, in Terpeninöl, woraus man ein weisses Pulver erhält, welches unter dem Mikroskope mit rhombischer Basis abgestutzte Prismen darstellt.

Eine gehörig concentrirte Lösung von Kali in Weingeist ist das beste Lösungsmittel, es greift selbst bei längerem Kochen die Substanz nicht weiter an.

Die Lösung in Weingeist bläut das rothe Lakmuspapier nicht. Mit den meisten Säuren bildet das Lophin Salze, welche in Weingeist löslich, in Wasser unlöslich sind.

Brom löst es nach einer Einwirkung von 24 Stunden leicht auf; beim Oeffnen der Flasche entwickeln sich nicht Dämpfe von Bromwasserstoff. Giesst man Aether darauf, so löst sich Alles; versetzt man es weiter mit Weingeist und überlässt man es dem freiwilligen Verdampfen, so bilden sich sehr schöne gelbe Krystalle, welche gerade Prismen mit rectangulärer Basis zu sein

scheinen. In der Hitze zersetzen sie sich, indem sie Brom verlieren, und werden beim Waschen mit Wasser weiss; sie zerfallen zu Staub, indem sie ihre Farbe verlieren.

Die Analyse des Lophins gab aus

- I. 0,300 Substanz:  
0,942 Kohlensäure,  
0,146 Wasser.
- II. 0,300  
0,941 Kohlensäure,  
0,145 Wasser.
- III. 0,300 gaben 25 Cb.C. Stickstoff bei 0,770 Mm. und  
15° = 9,24 Proc.

Diese Zahlen führen zu der folgenden Formel:

	Berechnet.	Gefunden.	
		I.	II.
$C_{46} = 3450,0$	85,99	85,64	85,54
$H_{34} = 212,5$	5,30	5,40	5,36
$N_4 = 350,0$	8,71	9,24	9,24
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
4012,5	100,00	100,00	100,00.

### *Lophinchlorür.*

Man erhält dieses Salz beim Behandeln von Lophin mit siedendem, Salzsäure haltendem Weingeist. Beim Abkühlen erhält man ein krystallinisches Salz. Um es besser krystallisirt zu erhalten, löst man es in einer hinlänglich grossen Menge Weingeist, den man zum Sieden bringt; darauf giesst man heisses Wasser hinein. Nimmt man es darauf vom Feuer, so erhält man wohlgebildete Krystallblätter. Diese bringt man auf ein Filter, wäscht sie mit sehr schwachem Weingeist und Wasser.

Dieses Salz ist in Weingeist und siedendem Wasser unlöslich. Seine Lösung in schwachem Weingeist giebt einen Niederschlag von Lophin, wenn man Ammoniak hinzufügt.

	Berechnet.	Gefunden.
Lophin = 4012,5		
$H_2 = 12,5$		
$Cl_2 = 442,5$	9,96	9,97
<hr/>	<hr/>	
4467,5	100,00.	

*Schwefelsaures Lophin.*

Dieses Salz krystallisirt in kleinen rectangulären Blättchen. Man erhält es durch Behandeln von mit Weingeist benetztem Lophin mit Schwefelsäure, Erhitzen und Krystallisiren, indem man heisses Wasser hinzugiesst.

Ich habe dieses Salz zweimal dargestellt, ohne es rein erhalten zu haben. Seine Lösung in Weingeist röthet das Lakmuspapier; durch Wasser wird es gefällt, aber es bleibt ein wenig schwefelsaures Salz in der Lösung, denn zugefügtes Ammoniak giebt einen Niederschlag von Lophin darin. Nach der Formel  $S O_3 + H_2 O + Lp$  müsste das stark getrocknete Salz 10,83 wasserfreie Schwefelsäure enthalten. Zwei verschiedene Salze gaben 11,5 und 13,2 Säure; vielleicht existirt ein saures Salz.

*Lophinplatinchlorür.*

Man vermischt die siedenden Lösungen von Lophinchlorür und Platinchlorid. Nach gehörigem Verdünnen setzen sich nach einigen Stunden schöne, blass orangefarbene Krystalle dieses Salzes ab. Nach dem Erkalten giesst man die Mutterlauge ab und wäscht mit Weingeist.

0,500 Salz,

mit Kalk verbrannt, gaben nach Behandeln mit heissem Wasser, Salpetersäure und Silberlösung 0,400 Niederschlag.

0,500 hinterliessen beim Glühen 0,091 Pt,

0,500 — — — 0,0915 -

Die Zahlen geben:

		Berechnet.	Gefunden.
Lophin	= 4012,5		
H <sub>2</sub>	= 12,5		
Cl <sub>6</sub>	= 1327,0	20,15	19,73
Pt	= 1233,0	18,72	18,30
	<hr/> 6585,0	<hr/> 100,00.	18,20

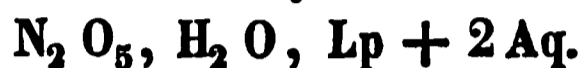
*Salpetersaures Lophin.*

Wie das vorige Salz in Weingeist löslich und unlöslich in Wasser; krystallisirt in feinen leichten Blättern ohne Glanz.

Bei gewöhnlicher Temperatur getrocknet:

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{46} = 3450$	68,60	67,60
$H_{40} = 250$	4,98	4,95
$N_6 = 525$	10,40	10,80
$O_8 = 800$	16,02	16,65
<hr/> 5025	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00.

Dieses Salz enthält 2 At. Krystallwasser:



Wenn man es trocknet, bis es anfängt zu erweichen, so verliert es die 2 At. Wasser, wie die folgenden Analysen zeigen:

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{46} = 3450$	71,82	71,00
$H_{36} = 225$	4,68	4,70
$N_6 = 525$		
$O_6 = 600$		
<hr/> 4800.		

Wenn man es erhitzt, bis es völlig geschmolzen ist, so bläht es sich auf, indem es rothe Dämpfe und vielleicht ein wenig Wasser verliert.

Der Rückstand gab:

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{46} = 77,9$		78,5
$H_{36} = 5,1$		5,0
$N_4 = 7,9$		8,5
$O_4 = 9,1$		8,0
<hr/> 100,0	<hr/> 100,0.	

Diese Formel giebt salpetersaures Lophin — 1 At. Stickstoffoxyd. Ob der getrocknete Rückstand ein Gemenge ist, habe ich nicht untersucht.

### *Nitrilophyl.*

Giesst man gewöhnliche Salpetersäure auf das Lophin, so bildet sich unmittelbar eine leimartige, sehr leicht in Alkohol lösliche Materie; diese ist salpetersaures Lophin. Kocht man hingegen die Säure mit Lophin, so erhält man unter Zersetzung des Lophins eine gelbe, ölige Materie, welche beim Erkalten erstarrt.

Diese ist das *Nitrilophyl*. Man reinigt es durch Kochen mit Weingeist. Es ist orangegelb, pulvrig und krystallinisch. Bei Wärme-Einwirkung schmilzt es und scheint sich zum Theil ohne Zersetzung zu verflüchtigen; darauf entzündet es sich auf einmal und hinterlässt viel Kohle.

Es ist in siedendem Weingeist fast unlöslich, doch hinterlässt es dieser beim Erkalten in Form leichter Flocken, die unter dem Mikroskope als aus Blättchen bestehend erkannt werden.

Es löst sich in kaustischem Kali; die Lösung, welche rothbraun ist, giebt bei Zusatz von Wasser einen röthlichen Niederschlag, welcher beim Waschen gelb wird. Das Waschwasser giebt einen gelben Niederschlag, wenn man es mit Säuren sättigt. Dieser Niederschlag scheint mit der ursprünglichen Materie identisch zu sein.

Die Analyse dieses Körpers gab aus

0,300 Substanz:

0,660 Kohlensäure,

0,085 Wasser.

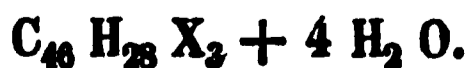
0,300 gaben 43 Cb.C. Stickstoff bei 17° und 0,576 M.

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{46} = 3450$	60,52	60,00
$H_{28} = 175$	3,07	3,14
$N_{10} = 875$	15,30	15,70
$O_{12} = 1200$	21,11	21,16
<hr/>	<hr/>	<hr/>
5700	100,00	100,00.

Diese Formel stellt das Lophyl — 3 At. Wasserstoff + 3 Aeq. Untersalpetersäure dar.

Das Nitrilophyl, im leeren Raume bei gewöhnlicher Temperatur getrocknet, scheint 3—4 Atome Wasser zu enthalten, nach den folgenden Analysen:

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{46} = 56,09$		55,0
$H_{36} = 3,60$		3,4
$N_{10} = 14,20$		14,8
$O_{16} = 26,11$		26,8
<hr/>	<hr/>	<hr/>
100,00		100,0,



Bis jetzt haben wir keine Hydrate dieser Art ausser einer salpetrigsauren Verbindung des Anthracins. Aber die Analysen dieses Körpers sind meiner Meinung nach alle zu wiederholen.

---

## LXII.

### Ueber die Producte der Einwirkung von Ammoniak auf Benzil und Bittermandelöl.

Von

**Laurent.**

(*Revue scientifique*, No. 60. Decbr. 1844.)

Bei Behandlung von Benzil mit Ammoniak erhielt Zinin eine Verbindung, welcher er die Formel  $C_{42} H_{30} O_2 N_2$  gab.

Ich erhielt eine andere Substanz, welche ich *Imabenzil* nannte und deren Zusammensetzung ich durch die Formel  $C_{14} H_{11} N O$  darstellte.

Das Wenige, was über diese Körper von Zinin und von mir bisher angegeben, gestattete weiter keine Einsicht in den Zusammenhang derselben, weshalb ich das Studium derselben wieder aufnahm und die folgenden neuen Verbindungen erhielt.

#### *Darstellung.*

Ich löste Benzil in absolutem Weingeist, erwärmte dabei und leitete in die noch warme Lösung einen Strom von Ammoniak. Beim Erkalten und stets unter dem Einflusse des Gases bildete sich ein weisser pulveriger Absatz, und nach 24 Stunden war dieser mit kleinen Nadeln bedeckt, die Lösung enthielt andere Körper und das Ganze war ein Gemenge von:

Imabenzil, in siedendem Weingeist und Aether fast unlöslich,

Benzilimid, ein wenig in Weingeist und Aether löslich,

Benzilam, in Weingeist und Aether leicht löslich,

Oel, welches in Weingeist und Aether sehr leicht löslich ist.

Nachdem die Flüssigkeit zum Sieden gebracht wurde, blieb das Imabenzil beim Filtriren auf dem Filter.

Beim Abkühlen schieden sich dann ferner seidenglänzende Nadeln von Benzilimid aus, gemengt mit gröberen Krystallen von Benzilam.

Nach dem Abgiessen und freiwilligen Verdunsten setzte sich das Benzilam in Form gröberer, mit einer geringen Menge Benzilimid gemengter Krystalle ab; die nun noch übrige Flüssigkeit enthielt das Oel und ein wenig Benzilam.

Das Imabenzil wurde mit Aether gewaschen; das Benzilimid wurde wiederholt aus Weingeist zum Krystallisiren gebracht.

Das Benzilam wurde in einem Gemenge von Weingeist und Aether wieder aufgelöst und dem freiwilligen Verdampfen überlassen.

### *Imabenzil.*

Dieser Körper stellt sich als ein weisses geruch- und geschmackloses Pulver dar; es ist in Wasser unlöslich und fast unlöslich in Weingeist und siedendem Aether.

Um sich zu überzeugen, dass es rein ist, löst man etwas davon in einer sehr grossen Menge siedendem Weingeist oder Aether. Beim Erkalten erhält man dann ein weisses krystallinisches Pulver, welches unter dem Mikroskope nur gerade Prismen mit rhombischer Basis darstellen darf, bei welchen diese Endfläche durch zwei dreieckige ersetzt ist, welche auf den verticalen stumpfen Kanten aufgesetzt sind.

Das Imabenzil schmilzt bei  $140^{\circ}$ . Wenn es einmal geschmolzen war, so kann es bis zur gewöhnlichen Temperatur erkalten, indem es weich, harzartig und dann ohne zu krystallisiren fest wird. Aber es ist dadurch zersetzt und giebt an Aether, worin es sich leicht löst, mindestens zwei Substanzen ab, wovon die eine in Aether wenig löslich ist.

Bei einer Destillation hinterliess es keine rückständige Kohle und gab keine gasförmigen Producte, wenigstens nicht bei den geringen dazu verwendeten Quantitäten. Eine siedende Lösung von Kali in Weingeist löst es sehr leicht. Schüttet man Wasser dazu, so bildet sich ein Niederschlag von Benzilimid; die filtrirte Lösung enthielt nur Kali.

Salzsäure, in Weingeist gelöst, ist darauf ohne Wirkung.

Salpetersäure, gelinde erhitzt, zersetzt es schnell unter Entwicklung rother Dämpfe. Nach einigen Secunden ist es in ein gelbes Oel verwandelt, welches beim Erkalten krystallisirt. Diese Materie löst sich leicht in Weingeist und krystallisirt daraus in kleinen Nadeln, welche um ein gemeinschaftliches Centrum groupirt sind. Es ist in Ammoniak unlöslich.

Gewöhnliche Schwefelsäure löst das Imabenzil leicht bei gelindem Erwärmen. Verdünnt man mit Wasser, so fällt Benzilam. Die Analyse von

0,300 Substanz gab:

0,884 Kohlensäure,

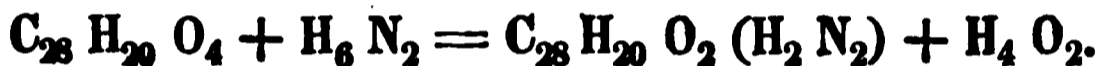
0,140 Wasser.

0,300 gaben 16,5 Cb. C. Stickstoff bei 18° und 0,761 M.

Diese Data entsprechen in Procenten:

	Berechnet.	Gefunden.	Aeltere Analyse.
$C_{14} = 1050,0$	80,4	80,34	80,0
$H_{11} = 68,7$	5,3	5,18	5,3
$N = 87,5$	6,7	6,80	7,3
$O = 100,0$	7,6	7,68	7,4
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
1306,2	100,0	100,00	100,0.

Verdoppelt man die Anzahl der Atome, so erhält man ein Aeq. Benzil — 2 Aeq. Sauerstoff + 2 Aeq. Imid. Dieser Körper gehört zur Stilbenreihe.



#### *Benzilimid.*

Um diese Substanz zu erhalten, kann man das Benzil mit Ammoniak behandeln, oder Imabenzil mit weingeistiger Kalilösung kochen.

Es stellt sich als weisse seidenglänzende Nadeln dar, die unter dem Mikroskope büschelförmig vereinigt erscheinen.

Es ist einigermaassen in Weingeist und in Aether löslich.

Bei 130° kommt es in's Schmelzen, bildet dann eine gummiartige Masse, die erst langsam erstarrt, wenn sie bis zur gewöhnlichen Temperatur erkaltet ist. Wie es scheint, destillirt es unverändert, aber das Destillat löst sich leicht in Aether und krystallisirt daraus beim Verdampfen desselben in Nadeln. Siedende Kalilauge ist darauf ohne Wirkung. Salzsäure zersetzt es nicht.

Salpetersäure greift es bei gelinder Wärme leicht an. Nach einigen Secunden bildet sich ein gelbes Oel, welches beim Erkalten krystallisirt. Dieses ist in Ammoniak unlöslich, löslich in Aether, woraus es in Nadeln krystallisirt.

Concentrirte Schwefelsäure löst das Benzilimid bei gelindem Erwärmen leicht auf. Beim Verdünnen mit Wasser bildet sich ein Niederschlag von Benzilam.

Bei der Analyse gaben

0,290 Substanz:

0,851 Kohlensäure,

0,147 Wasser.

0,200 gaben 14 Cb. C. Stickstoff bei 21° und 0,760 N.

Dieses beträgt für 100 Theile:

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{28}$ =	80,4	80,0
$H_{22}$ =	5,3	5,6
$O_2$ =	7,6	7,4
$N_2$ =	6,7	7,0
	<hr/> 100,0	<hr/> 100,0.

Dieser Körper ist mithin mit dem Imabenzil isomer und die Wirkung des Kali's auf letzteren besteht mithin nur darin, eine isomere Umsetzung zu veranlassen. Diese Identität wird noch durch das Verhalten beider Körper zu Schwefelsäure bestätigt, und es ist sehr wahrscheinlich, dass die durch Einwirkung von Wärme und Salpetersäure auf das Imabenzil erhaltenen Producte dieselben sind als diejenigen, welche man unter denselben Umständen aus dem Benzilimid erhält.

### *Benzilam.*

Man kann diesen Körper durch Behandlung von Benzil mit Ammoniak darstellen, oder besser, indem man Benzilimid oder Imabenzil in Schwefelsäure auflöst.

Der hierzu einzuschlagende Weg ist wohl am besten folgender:

Man muss das Benzil mit Ammoniak behandeln, wie oben angegeben. Man hat darauf das Oel zu entfernen und das rückständige Gemenge von Benzilimid, Imabenzil und Benzilam mit gewöhnlicher Schwefelsäure zu behandeln.

Wenn man darauf Wasser zu der Auflösung giesst, so erhält man anfangs eine ölige Materie, die fast unmittelbar erstarrt. Nach dem Waschen mit Wasser und schnellem Abspülen mit wenig Alkohol löst man es in einem Gemenge von Weingeist und Aether, um durch freiwilliges Verdampfen schöne Krystallen zu erhalten.

Das Benzilam stellt farblose, zerbrechliche Prismen dar, die man auf den ersten Blick für unverändertes Benzil hält.

nnnte. Aber es krystallisirt in einem anderen Systeme. Es sind gerade Prismen, deren Basen durch zwei rechtwinklige Flächen ersetzt sind.

Das Benzilam ist in Weingeist und Aether sehr löslich. Aus sterem erhält man es in 1—2 Zoll langen, aus letzterem in kürzeren, aber stärkeren Krystallen. Es schmilzt bei  $101^{\circ}$ , und wenn es nur unvollständig geschmolzen wurde, so krystallisirt es beim Erstarren. Ist es vollständig geschmolzen, so kann seine Temperatur bis zur gewöhnlichen sinken, bevor es fest wird, und dann krystallisirt es nicht mehr.

Wenn man es dann wieder sehr gelinde erwärmt, so wird es durchsichtig und krystallinisch.

Es destillirt ohne Veränderung.

Eine siedende Lösung von Kali in Weingeist wirkt nicht darauf ein.

Schwefelsäure löst es leicht, Wasser scheidet es daraus ohne Veränderung ab.

Salpetersäure zersetzt es sehr heftig und giebt ein Oel, welches beim Erkalten in Nadeln krystallisirt und in Ammoniak löslich ist. Dieses Product scheint demjenigen, welches man unter denselben Umständen aus dem Benzilimid und Imabenzil erhält, ähnlich zu sein.

Die Analyse gab von

0,300 Substanz:

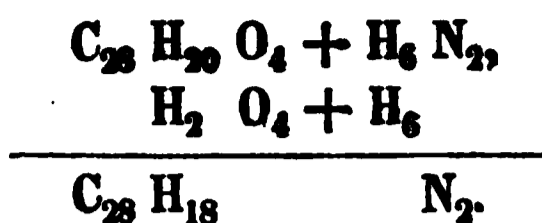
0,964 Kohlensäure,

0,135 Wasser.

0,200 gaben 13 Cb. C. Stickstoff bei  $18^{\circ}$  und 0,760 M.

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{28} = 2100,0$	87,94	87,63
$H_{18} = 112,5$	4,73	5,00
$N_2 = 175,0$	7,33	7,60
<hr/>	<hr/>	<hr/>
2387,5	100,00	100,00.

Wenn schon die Bildung dieses Körpers aus Benzil und Ammoniak sich sehr einfach erklären lässt, so bietet derselbe doch einige Eigenthümlichkeiten dar. Diese bestehen darin, dass Wasserstoff aus dem Ammoniak und dem Benzil zur Bildung von Wasser austritt:



Diese Reaction bestätigt die Ideen von Gerhardt über Wasseräquivalent. Das Ammoniak verliert allen seinen Wasserstoff, um den zu vervollständigen, den die Bildung von Wasser erfordert.

Das Imabenzil und das Benzilimid kann man durch Benzil + 2 At. Wasser darstellen. Man begreift dann leicht die Wirkung, welche die Schwefelsäure darauf ausübt; sie nimmt die 2 At. Wasser hinweg und bildet Benzilam:



Das Benzilam ist dem Stilben äquivalent, aber um dieses anzusehen, muss man  $\text{N}_3 = \text{Az}$  setzen; dann hat man in Äquivalenten  $\text{C}_{14} \text{H}_{12} = \text{C}_{14} \text{H}_9 \text{Az}_3$ .

Stilben.      Benzilam.

*Die Verbindung, welche Zinin entdeckte.*

Zinin erhielt bei Behandlung von Benzil mit flüssigem Ammoniak einen Körper, über den er nur wenig mitgetheilt hat.

Dieser ist in Weingeist löslich, krystallisirt in kleinen, stehenden Nadeln, ist ohne Veränderung in weingeistigem Kali, Ammoniak und in weingeistiger Salzsäure löslich. Bei der Berechnung seines Atoms mit  $\text{C} = 75$  erhielt man:

$$\text{C} = 86,5$$

$$\text{H} = 5,2$$

$$\text{N} = 4,6$$

$$\text{O} = 3,7$$

$$\hline 100,0.$$

Die folgende Formel stimmt damit zur Genüge überein:

$$\text{C}_{42} = 87,2$$

$$\text{H}_{30} = 5,2$$

$$\text{N}_2 = 4,8$$

$$\text{O} = 2,8$$

$$\hline 100,0.$$

Nach Zinin bildet sich dabei zugleich Benzoëäther. Die Bildung desselben kann man folgendermaassen ableiten:



*Benzamyl.*

Als ich Bittermandelöl mit Ammoniak behandelte, erhielt ich gegen ein Dutzend Körper, worunter 4—5 neue waren. Einige derselben hatten so geringe Stabilität, dass sie sich schon bei der weiteren Behandlung mit Aether oder Weingeist zersetzten.

Ich werde mich damit begnügen, einen davon zu beschreiben. Man muss sich nicht darüber wundern, wenn ich ihn auf dieselbe Art erhielt, als ich ganz andere Körper früher bekommen habe; man kann diese Körper nun einmal nicht nach Willkühr erhalten.'

Nachdem ich Bittermandelöl mit Kali geschüttelt hatte, habe ich es destillirt, wobei ich die letzten Reste in der Retorte zurückliess; diese betrugen etwa ein Drittel. Ich arbeitete nun mit diesem Rückstande. Ich löste ihn in einem Gemenge von Weingeist und Aether und liess einen Strom von Ammoniakgas hineinströmen. Die überstehende Flüssigkeit goss ich ab, mischte den Absatz mit Aether und kochte dann mit einer grossen Menge desselben.

Diese ätherische Flüssigkeit erfüllte sich dann beim Erkalten mit äusserst feinen seidenglänzenden Krystallen. Der Aether liess nur noch ein weisses Pulver fallen, welches ich Benzamyl nenne. Da dieses Pulver Benzoylazotid sein konnte, so behandelte ich es mit einer sehr grossen Menge Aether. Diese Lösung liess nun beim Erkalten ein weisses Pulver fallen, welches unter dem Mikroskope nur kleine gerade Prismen mit rhomboëdischer Basis darstellte. Die Basen waren durch zwei Flächen ersetzt, welche auf den verticalen spitzen Kanten aufgesetzt sind. Das Benzoylazotid krystallisirt in kurzen Prismen mit rhombischer Basis ohne weitere Modificationen.

Das Benzamyl ist in Weingeist, Aether, Steinöl, selbst in der Siedehitze, fast unlöslich.

Es schmilzt bei  $170^{\circ}$ , bleibt dann beim Erkalten bis zur gewöhnlichen Temperatur leimartig und flüssig. Später wird es fest.

Es destillirt scheinbar unverändert, aber das Destillat löst sich leicht in Aether.

Salzsäure und siedender Weingeist zersetzen dasselbe, es bleibt dabei eine geringe Menge eines weissen Pulvers, welches zeigte, dass der Körper, über welchen ich arbeitete, nicht völlig rein war.

Kali, in Weingeist gelöst, zersetzt es leicht. Beim Alsetzt sich eine krystallinische Substanz ab.

Salpetersäure verwandelt es in ein Oel, welches beimten krystallisirt. Die Analyse dieses Körpers gab:

0,250 Substanz:

0,737 Kohlensäure,

0,123 Wasser.

0,250 gaben 15 Cb. C. Stickstoff bei 17° und 0,755 M

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{14} = 1050,0$	80,7	80,4
$H_{10} = 62,5$	4,8	4,9
$N = 87,5$	6,7	6,6
$O = 100,0$	7,8	8,1
<hr/>	<hr/>	<hr/>
1300,0	100,0	100,0.

Wenn schon diese Analyse recht gut mit der Berechnung passt, so darf man ihr nicht viel Zutrauen schenken, weil es bei Behandlung mit Salzsäure zeigte, dass das Product nicht rein war. Der oxydirte, ihm entsprechende Körper würde sein:



### *Hydrobenzamid.*

Man hat die Zersetzung des Hydrobenzamids in Zweifel gezogen. Ich habe den Versuch wiederholt. 5 Grm. Hydrobenzamid wurden in Weingeist gelöst und 2 Stunden lang im Sieden erhalten. Es entwickelte sich Ammoniak und es blieb nach dem Abdampfen des Weingeistes Bittermandelöl zurück. Als das Ammoniak und Weingeist zugegossen wurden, bildete sich wieder Hydrobenzamid.

## LXIII.

## Chemische Untersuchungen über das Reifen der Früchte.

Von

**E. Frémy.***(Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'académie des sciences, Tom. XIX. No. 17.)*

Die Academie der Wissenschaften erkannte im Jahre 1821 dem Hrn. Bérard einen Preis und dem Hrn. Couverchel eine ehrenvolle Erwähnung für ihre Aufsätze über das Reifen der Früchte zu. Sie liess dem Werthe ihrer Arbeiten alle Gerechtigkeit widerfahren, gab aber zugleich das Votum ab, dass ihre Beobachtungen einer Fortsetzung und Ausdehnung fähig wären.

Ich war daher der Meinung, dass die Academie eine neue Arbeit über das Reifen der Früchte mit Nachsicht aufnehmen und ein Verlangen, gerade ihr die ersten Resultate meiner Forschungen vorzulegen, für einen Beweis gelten lassen würde, wie sehr die Richtung, welche sie den Chemikern schon lange angegeben hat, zu verfolgen bemüht bin.

Bevor ich aber die Zusammensetzung, welche die Früchte in verschiedenen Zeiten ihres Wachstums und Reifens haben, behandelte, schien es mir zweckmässig, einige allgemeine Beziehungen, welche sich auf die Phänomene des Reifens beziehen, auszusprechen; ich habe die Ehre, sie als den ersten Theil meiner Untersuchungen hier vorzulegen.

Meine Absicht war vor Allem, den Einfluss zu bestimmen, welchen die Bestandtheile der Luft auf die Entwicklung der Früchte ausüben könnten.

Meine Versuche erstreckten sich besonders auf die Früchte fleischigen Samenkapseln. Ich stellte über die Respiration der Früchte eine grosse Anzahl von Experimenten an; da es der Raum nicht verstattet, sie hier in's Einzelne zu verfolgen, so begnüge ich mich, zu erwähnen, dass ich bei den Untersuchungen vor vom Baume abgenommene Früchte, wenn sie der atmosphärischen Luft ausgesetzt waren, stets eine schnelle Umwandlung von Sauerstoffes in Kohlensäure beobachtete; meine Versuche betreffen also vollständig diesen wichtigen Theil der Arbeit Bérard's.

Man weiss, dass dieser geschickte Chemiker, um die Unerlässlichkeit des Sauerstoffes für das Reifen nachzuweisen, Früchte in Flaschen brachte, welche mit Stickstoff, Wasserstoff oder Kohlensäure angefüllt waren.

Dieser Versuch, welcher an sich mit einer an dem Baume befindlichen Frucht schwierig auszuführen ist, musste nach meiner Meinung auf die Samenkapsel oft nachtheilig einwirken und das Phänomen durch die Einhüllung der Frucht in ein fremdes Gas, das unmittelbar auf sie agiren konnte, nur verwickelt machen.

Um die Früchte, bei möglichster Bewahrung ihres normalen Zustandes, dem Einflusse der atmosphärischen Luft zu entziehen, trug ich auf ihrer Oberfläche Lagen von Gummi- und Harzfirniss auf.

Ich machte meine Versuche an Birnen, Pflaumen und Johannisbeeren; sie lieferten als Resultat den Beweis, dass die Entwicklung der Frucht stets in dem Augenblicke, da sie mit Harz verdeckt wird, still steht.

Muss man mit Bérard annehmen, dass bei dem Reifen der Früchte die Erzeugung der Kohlensäure das wesentliche Phänomen ist, und dass die Holzfaser, indem sie Kohlenstoff verliert, sich in Zucker umwandelt?

Ich gestehe es, ich kenne nicht eine einzige Thatsache, welche diese Theorie zu unterstützen im Stande wäre.

Durch das Einschliessen der Früchte in Flaschen oder durch ihre Einhüllung mit Harz hemmte man nothwendiger Weise ihre Transpiration, die nach der Meinung der ausgezeichnetsten Botaniker auf die Circulation der Säfte im Innern einen gewissen Einfluss ausübt.

Der einzige wichtige Schluss, der sich aus den angegebenen Versuchen ziehen lässt, ist der, dass die Respiration und Transpiration der Früchte zwei für ihre Entwicklung unerlässliche Verrichtungen sind.

Um keine auf die Respiration der Früchte bezügliche Frage unberücksichtigt zu lassen, schien mir die Bestimmung der Eigenschaften der Gase, die sich in den Früchten finden, zweckdienlich zu sein; zu dem Ende wendete ich einen Glasballon an, der mit einem Entwicklungsrohr versehen war; Ballon und Rohr waren im Augenblicke, da der Versuch begann, vollständig mit Wasser angefüllt, das durch Kochsalz gesättigt war.

Ich brachte hierauf die einzelnen Theile der Frucht in den Ballon; sobald ich die Flüssigkeit zum Kochen brachte, entwickelte sich unmittelbar das Gas; es war dann leicht, sein Volumen und seine Zusammensetzung zu bestimmen. Derartigen Versuchen unterwarf ich sehr viele Früchte; einige von diesen Analysen will ich hier anführen:

Luft eines reifen Apfels.		Luft eines grünen Apfels.		Luft eines grünen Apfels.	
I. Kohlensäure	56	Kohlensäure	56	Kohlensäure	31
Stickstoff	44	Stickstoff	39	Stickstoff	59
	<hr/> 100	Sauerstoff	5	Sauerstoff	10
			<hr/> 100		<hr/> 100.
II. Kohlensäure	56				
Stickstoff	44				
	<hr/> 100.				
Luft der grünen Quitten.		Luft einer reifen Birne.		Luft einer grünen Birne.	
Kohlensäure	70	Kohlensäure	68	Kohlensäure	68
Stickstoff	26	Stickstoff	30	Stickstoff	27
Sauerstoff	4	Sauerstoff	2	Sauerstoff	5
	<hr/> 100		<hr/> 100		<hr/> 100.
Luft des blauen Weines.		Luft des blauen Weines.		Luft des weissen Weines.	
Kohlensäure	93	Kohlensäure	90	Kohlensäure	95
Stickstoff	7	Stickstoff	10	Stickstoff	5
	<hr/> 100		<hr/> 100		<hr/> 100.

Diese Resultate scheinen die Beobachtungen, welche bisher über das Reifen der Früchte gemacht wurden, zu bestätigen. Man nimmt im Allgemeinen an, dass eine grüne Frucht unter dem Einflusse des Sonnenlichtes, indem sie die Kohlensäure zersetzt, Sauerstoff ausscheidet; während die reifen Früchte, wie Bérard bewiesen hat, den Sauerstoff der Luft in Kohlensäure umwandeln. Nun ergibt sich aber aus meinen Analysen, dass die grünen Früchte mehr Sauerstoff enthalten als die reifen.

Die Gasmenge, welche sich in den angegebenen Versuchen entwickelte, überstieg niemals die Hälfte des Volumens der Frucht.

Da ich beobachtete, wie eine Frucht den Sauerstoff der Luft in einigen Stunden in Kohlensäure umwandelte, so war nichts natürlicher, als dass ich untersuchte, ob diese Umwandlung unter dem Einflusse von einem fermentartigen, in der Frucht vorher enthaltenen Körper geschähe, oder ob sie allein von der Bildung der Samenkapsel abhinge.

Um mich davon zu überzeugen, brachte ich in eine mit atmosphärischer Luft angefüllte Glasglocke eine Birne, welche im Verlauf mehrerer Tage auf Kosten des Sauerstoffes der Luft Kohlensäure gebildet hatte. Ich zerrieb darauf die Samenkapsel, so dass alle Zellen zerstört wurden, und sah, dass von diesem nämlichen Augenblicke an die Kohlensäure-Bildung vollständig aufhörte. Später ging der Zucker der Frucht in Gährung über.

Bekanntlich hat der berühmte Chemiker de Saussure in einem ähnlichen Versuche über die Blätter gefunden, dass diese nur, wenn ihre Organisation nicht zerstört wird, die Kohlensäure zersetzen.

Das Phänomen der Respiration der Früchte ist demnach nicht so einfach, als man denken sollte; man muss nothwendiger Weise annehmen, dass neben den chemischen Reactionen, welche sich in dem Reifen offenbaren, noch andere, welche augenscheinlich von der Organisation der Pflanzen abhängen, thätig sind.

Es lag in meinem Plane, besonders diesen wichtigen Punct auf das Genaueste festzustellen. Ich will mich nicht auf die Versuche stützen, welche ich ausgeführt habe, um in den Früchten einen fermentartigen Bestandtheil zu entdecken, der durch die Einwirkung auf den Zucker, auf das Pektin oder auf die Säuren der Früchte den Sauerstoff in Kohlensäure umwandeln könnte. Bis jetzt waren meine Versuche ohne Erfolg.

Einige Chemiker haben behauptet, dass die in den Früchten enthaltenen Säuren durch die Einwirkung der Vegetation umgewandelt würden, und dass die Aepfelsäure sich in Citronen- oder Weinsteinsäure umbilden könnte.

Diese Ansicht, welche bei weitem nicht alle Chemiker theilen, beruht nach meiner Meinung auf ungenauen Versuchen, in denen man die Aepfel- oder Weinsteinsäure künstlich darzustellen meinte.

Zur Behandlung dieser Frage folgte ich der Entwicklung einer Frucht, deren Säure leicht zu charakterisiren war. Meine Versuche wurden an dem Weine angestellt.

Bei der Untersuchung der Weinbeeren zu verschiedenen Zeiten ihres Reifens fand ich, dass die Weinsteinsäure, welche in so grosser Menge in der reifen Frucht als zweifach-weinsteinsaures Kali auftritt, schon in einer Beere, welche nur 5 Milligrammen wiegt, in einer nachweisbaren Quantität sich vorfindet. Ich glaube somit behaupten zu können, dass die Weinsteinsäure nicht ein Product der Umwandlung einer andern organischen Säure ist, dass sie vielmehr in den kleinsten Weinbeeren sich vorfindet. Pelouze gelangte seinerseits zu den nämlichen Resultaten.

Man weiss, dass in einem gewissen Zeitpunkte an die Stelle des sauren, zusammenziehenden Geschmacks der Früchte eine angenehme Süsse tritt.

Die Zuckerbildung in den Früchten ist von den Chemikern auf verschiedene Weise erklärt worden.

Nach Couverchel's Ansicht bildet sich der Zucker der Früchte durch die Einwirkung der organischen Säuren auf das Gummi, das Dextrin oder Stärkemehl, welche in den Früchten oder deren Blumenstielen enthalten sind.

Man kann gegen diese Theorie einen gewichtigen Einwand vorbringen, denn Biot hat nachgewiesen, dass der Zucker, welcher sich bei der Reaction der Säuren auf das Stärkemehl bildet, auf das polarisirte Licht anders wirkt als der Traubenzucker. Diesem berühmten Physiker zufolge würden also die beiden Zucker nicht identisch sein.

Andere Chemiker haben angenommen, dass die Holzfaser der Früchte sich in Zucker umwandelt. Ich gestehe, mir gelang es nicht, dadurch Zucker zu erhalten, dass ich lange Zeit hindurch die in der Samenkapsel der Früchte enthaltene Holzfaser mit concentrirten Säuren kochen liess.

Man ersieht hieraus, dass diese Frage noch nicht gelöst ist und neuer Versuche bedarf.

Um nachzuweisen, in wiefern die Säuren bei dem Reifen und zu der Zuckerbildung thätig seien, versuchte ich die Säure einer Frucht während der Vegetation mit einer Alkali-Lauge zu sättigen und dann in dem Augenblicke des Reifens zu analysiren.

Ich fand, dass gewisse Früchte während der ersten Periode ihres Wachstums nur unbedeutende Quantitäten Zucker enthalten, dass aber in einem gewissen Augenblicke, der sich in den äussern allbekannten Veränderungen zeigt, der Zucker sich im Ueber-

schuss zu entwickeln beginnt; so ist es bei den Pflaumen und Apricosen. Ich dachte also, wenn ich in ähnliche Früchte in Augenblicke, da sie zu reifen begannen, Alkali-Laugen brächte, den Einfluss der Säuren auf das Reifen vielleicht nachweisen zu können.

Ich benetzte einen mit grünen Früchten beladenen Pflaumenbaum in dem Augenblicke, da die Zuckerbildung begann, mit einer sehr verdünnten kohlensauren Natron-Lauge; der Baum hielt eine Zeit lang die Einwirkung einer alkalischen Flüssigkeit aus; die Blätter allein änderten ihre Farbe.

Die Pflaumen fielen bald vom Baume; sie hatten das äusser Ansehen der Reife; sie waren wohlriechend und gefärbt; die Zellen der Samenkapsel zeigten sich unter dem Mikroskop wie bei einer normalen Reife weich und durchscheinend; aber den Pflaumen fehlte aller Zuckergeschmack; es lag am Tage, dass die Zuckerbildung gehemmt worden war.

Ich wiederholte diesen Versuch, indem ich lange, mit grünen Früchten beladene Pflaumen- und Apricosen-Zweige in kohlensaure Natron-Laugen tauchte; das Reifen ging wie in dem ersten Falle von Statten; die Früchte aber blieben völlig unschmackhaft.

In Folge dieses Experimentes werde ich es nicht versuchen, eine Theorie über die Zuckerbildung in den Früchten anzustellen; denn das Verschwinden des Zuckers in dem angegebenen Versuche kann am Ende dem krankhaften Zustande, in den der Baum durch die alkalische Flüssigkeit versetzt wurde, beigemessen werden. Ich begnüge mich, die wichtige Thatsache festzustellen, dass man durch Uebergiessen eines Baumes mit Alkali-Laugen die Zuckerbildung in den Früchten zum Stehen bringt. Dieser Versuch lässt ausserdem die Möglichkeit ahnen, chemische Reactionen auf das Innere der Pflanzen auszuüben, ohne ihre Organisation zu vernichten. Ich hoffe bald nachweisen zu können, dass die Chemie aus derartigen Versuchen einen grossen Vortheil zu ziehen im Stande ist.

Jedermann weiss, dass die Früchte zu einer gewissen Zeit in der Regel den sauern Geschmack verlieren und den des Zuckers annehmen. Wie geht diese Aenderung vor sich? Es ist diess jedenfalls eine der anziehendsten Fragen der Pflanzenphysiologie.

Bérard nimmt an, dass die Säure, welche sich in der grünen Frucht findet, in der zur Reife gelangten bleibt, und dass ihr Ge-

schmack durch den des Zuckers und Gummi's, welche sich in der reifen Frucht bilden, nur verdeckt wird.

Ohne das Verfahren Bérard's bei seiner Analyse untersuchen zu wollen, werde ich nur erwähnen, dass ich eine Thatsache festgestellt habe, welche mit der Theorie dieses Chemikers schwerlich übereinstimmt. Es verlieren nämlich Pflaumen und Apricosen ihre saure Reaction in dem Maasse, als das Reifen vorschreitet, ja sie werden, wenn ihre Reife vollendet ist, für das Lakmuspapier fast neutral.

Ich analysirte gleiche Gewichtstheile der Samenkapseln einer und derselben, bei 100° getrockneten, in den verschiedenen Zeiten des Reifens abgenommenen Frucht, welche nur eine einzige organische Säure enthielt; durch Auswaschen dieser getrockneten Samenkapseln mit kaltem Wasser erhielt ich Auflösungen, welche bei der Behandlung mit essigsaurem Bleioxyd beinahe gleiche Bleisalzmenngen niederschlugen.

In der Voraussetzung, dass diese Art der Analyse einige Genauigkeit gestatten konnte, werde ich mich zu sagen hüten, dass die in einer grünen Frucht enthaltene Säure in dem nämlichen Zustande und Verhältnisse, auch wenn die Frucht reif ist, bleibt; denn es ist klar, dass die Reaction des sauren Saftes während des Reifens verschwindet, und dass die Frucht beträchtliche Mengen von Kalk- oder Kalisalzen verliert, oder durch den Blumenstiel aufnimmt, welche unmöglich berechnet werden können.

Auf Grund einiger Analysen von Blumenstielen, welche zur Zeit der Reife ansehnliche Quantitäten von Kalk- und Kalisalzen enthielten, indem ich ferner auf das neutrale Verhalten gewisser reifer Früchte mich stützte, gelangte ich zu der Ansicht, dass in vielen Fällen die Säuren der Früchte durch die Basen, welche von dem Baume stammen, gesättigt sich vorfinden. Die Sättigung der Säuren einer Frucht scheint mir demnach eine für ihre Reife unerlässliche Bedingung zu sein.

Wer weiss es auch nicht, dass eine Frucht, wenn sie vor der gehörigen Zeit vom Baume genommen ist, immer einen sauren, zusammenziehenden Geschmack behält? Einige Chemiker sind der Ansicht, dass die Säuren der Früchte sich in Zucker umwandeln können. Es sei ferne von mir, diese Ansicht geradezu zu verwerfen, aber ich kenne bis jetzt nicht einen einzigen Versuch, der zu ihrer Annahme nöthigte.

Diese Frage führt mich natürlicher Weise auf die Betrachtung der Veränderungen, welche eine Frucht erleidet, wenn man sie, nachdem sie gepflückt ist, eine gewisse Zeit lang bei einer Temperatur von  $15^{\circ}$  aufbewahrt.

Man bemerkt dann einige chemische Abänderungen, welche in dem analytischen Theile dieser Arbeit angegeben sind. Ich will hier nur von den Umwandlungen, welche die Samenkapsel erfährt, reden.

In der Periode, welche ich mit Couverchel als eine Periode der Zersetzung ansehe, wandelt die Frucht den Sauerstoff der Luft schnell in Kohlensäure um; man braucht die Samenkapsel nur unter dem Mikroskope zu betrachten, um zu finden, dass die Zellen oft verwelkt sind und ihren Zusammenhang verloren haben.

Eine Frucht in diesem Zustande gleicht bis zu einem gewissen Punkte den gefrorenen Kartoffeln, in welchen Payen bei seiner Untersuchung fand, dass die Zellen ihren Zusammenhang verloren hatten.

Die Bestandtheile der Luft üben auf diese Periode des Reifens einen grossen Einfluss aus; in der That konnte ich denselben aufhalten, wenn ich die Früchte mit mehreren Firnisslagen bedeckte, und andrerseits beschleunigen, wenn ich der Oberfläche der Früchte leichte Stiche beibrachte; ein ähnliches Resultat erhält man, wenn man durch einen Druck auf die Samenkapsel einige Zellen zerquetscht und so die Luft in die Frucht eindringen lässt.

Wenn man die Reife der Früchte auf künstlichem Wege beschleunigt, so führt man sie schnell in diese Periode der Zersetzung; welche sich durch eine gelbliche Färbung kund giebt. In diesem Falle fand ich, dass die Früchte Kohlensäure entwickeln; ihr Zucker geht bald in Gährung über und die Zellen der Früchte sind, wenn man sie unter dem Mikroskope betrachtet, in der Regel welk.

Liebig und besonders Chevreul sind der Ansicht, dass die in den Pflanzen enthaltenen organischen Salze sich in kohlen-saure umwandeln können.

Ich will hier einige Versuche, welche diese Theorie vollkommen bestätigen, anführen. Da die Bildung der kohlen-sauren Salze für die Pflanzen- und Thier-Physiologie von Wichtigkeit ist,

so beabsichtigte ich, die Umstände, welche diese Umwandlung herbeiführen können, genau zu bestimmen.

Es folgt aus einer grossen Anzahl von Versuchen, dass alle stickstoffhaltigen Substanzen von thierischem oder pflanzlichem Ursprunge bei ihrer Zersetzung an der Luft unter dem Einflusse einer Temperatur von  $25^{\circ}$  ihre organischen Salze in kohlensaure umwandeln können.

Daher setzt eine Mischung von Blut und essigsaurem Kalk oder Baryt in einigen Tagen kleine Krystalle von kohlensaurem Kalk oder kohlensaurem Baryt ab.

Die stickstoffhaltigen Substanzen organischen Ursprunges können diese Umwandlung mit der nämlichen Leichtigkeit zu Wege bringen.

Wenn man Baumblätter, welche stickstoffhaltige Substanz in einer beträchtlichen Quantität enthalten, dem Einflusse der Feuchtigkeit der Luft aussetzt, so zersetzen sie sich in der That schnell; übergiesst man sie in diesem Augenblicke mit Auflösungen von äpfelsaurem Kalk oder weinsteinsaurem Kali, so wandeln sich diese Salze sofort in kohlensaure um. Diese Umwandlungen geschehen stets in Gegenwart der atmosphärischen Luft.

Der Versuch, den ich anführen will, gestattet eine Feststellung der Kraft, mit welcher sich organische stickstoffhaltige Substanzen zersetzen.

Man weiss, dass die Tabaksblätter eine stickstoffhaltige Substanz und äpfelsauren Kalk enthalten.

Wenn man den Tabak der ersten, der sogenannten Massengährung aussetzt, so verändert man die stickstoffhaltige Substanz des Tabaks und macht sie zu Zersetzungen organischer Salze fähig; in dieser Periode ist der äpfelsaure Kalk noch unzersetzt: wäscht man darauf die Blätter aus, so löst man mit einem Male das Kalksalz und die stickstoffhaltige Substanz.

Der Luft ausgesetzt, bleibt diese Flüssigkeit eine Zeit lang klar, bald aber setzen sich schöne Krystalle von kohlensaurem Kalk ab.

Auf dieser wichtigen Reaction beruht die ganze Tabakfabrication; das Blatt wird nur dann erst ammoniakalisch, wenn ein Theil des äpfelsauren Kalkes in kohlensauren umgewandelt ist.

Die Pflanzen können also offenbar, wenn sie eingehen, Stoffe erzeugen, welche kräftig genug sind, um die festesten Körper

in ihre Zersetzung mit hineinzureissen. In der That hat man den äpfelsauren Kalk unter dem alleinigen Einflusse einer stickstoffhaltigen Substanz sich in kohlensauren Kalk verwandeln sehen; eine erhöhte Temperatur würde keine vollständigere Zersetzung bewirkt haben.

Diese Reactionen gehören augenscheinlich in die Reihe der noch unbekannten Kräfte, welche in den Pflanzen so seltsame Veränderungen hervorbringen.

Die Bildung des kohlensauren Kalkes in den erwähnten Versuchen kann dazu dienen, die Gegenwart dieses Salzes in gewissen Theilen der thierischen und pflanzlichen Organisation zu erklären.

Bekanntlich hat Payen in der That nachgewiesen, dass die Concretionen der Blüthenstielchen, welche Meyer in dem Blutgewebe mehrerer Feigenarten fand, in andern Pflanzen vorkämen, und dass diese Bildungen von kohlensaurem Kalk sich immer in Gegenwart einer stickstoffhaltigen Substanz entwickelten.

Kann die Bildung des krystallisirten kohlensauren Kalkes unter dem Einflusse einer stickstoffhaltigen Substanz nicht auch das Vorkommen dieses Salzes in gewissen Theilen der thierischen Organisation, besonders in den Knochen, erklären? Diese Frage wird in einem besondern Aufsätze behandelt werden.

Wenn man sieht, wie in der Vegetation eine Base sich erst mit einer organischen Säure verbindet, um in den Zustand des kohlensauren Salzes zurückzukehren, so begreift man, dass ein Baum lange Zeit in demselben Boden wachsen kann, ohne die unorganischen Bestandtheile, welche zu seinem Wachsthum unerlässlich sind, zu erschöpfen, da ja der Baum, indem er seine Blätter verliert, der Erde einen grossen Theil des ihr entzogenen Kali's und Kalkes in kohlensauren Salzen zurückgibt.

Diess sind die ersten Resultate meiner Untersuchungen über das Reifen der Früchte. Weit entfernt, diese Arbeit als vollendet zu betrachten, bekenne ich im Gegentheil gern, dass die verschiedenen auf das Reifen der Früchte bezüglichen Fragen neue Versuche erfordern, welche ich in diesem Augenblicke ausführe; ich bin glücklich, hier sagen zu können, dass Decaisne die Güte gehabt hat, sich mit mir zu der Behandlung dieses wichtigen Gegenstandes zu vereinigen.

## LXIV.

# Untersuchungen in Bezug auf das Reifen der Früchte.

**Zuschrift von Couverchel auf Veranlassung des kürzlich eingegangenen Aufsatzes von Frémy. (Im Auszuge.)**

*(Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'académie des sciences, Tome XIX.)*

Hr. Frémy behandelt in dem ersten Theile seines Aufsatzes über das Reifen der Früchte einige allgemeine Fragen.

Zuerst hält er mit Hrn. Bérard zum Reifen die Gegenwart der Luft in sofern für unerlässlich, als sie den zur Kohlensäure-Bildung erforderlichen Sauerstoff liefert. Allerdings haben die Früchte im grünen Zustande nach de Saussure dieselbe Einwirkung auf die Luft wie die Blätter; sie ändert sich aber, sobald jene in die Periode des Reifens treten. Dann sind ihre Bestandtheile fertig, sie bedürfen nur der Wärme und Feuchtigkeit, um auf einander zu reagiren, beides liefert ihnen die Luft.

Ferner sagt er, dass das Reifen der zuckerigen Früchte ein Veränderungs-Anfang sei; er stimmt darin mit mir überein; trotzdem nimmt es ihn Wunder, dass die Früchte, welche er gerade in dieser Periode beobachtete, den Sauerstoff der Luft in Kohlensäure umwandeln. Hat doch Gay-Lussac längst nachgewiesen, dass eine sehr geringe Luftmenge hinreicht, die zuckerigen Säfte zu verändern oder in Gährung zu bringen! Ausserdem ist es ja bekannt, dass die Luft in verschlossenen Obstkammern sich mit Kohlensäure schwängert.

Ich will hier über die verschiedenen Resultate, zu denen meine und Frémy's Versuche geführt haben, einige Bemerkungen machen; ich schweige darüber, dass dieser Chemiker das Verfahren, wodurch er die Früchte dem Einflusse der Luft während der Vegetation entzieht, zuerst angewandt zu haben glaubt. Beiläufig erwähne ich, dass ich auf galvanoplastischem Wege durch Bedekung der Früchte mit einer ziemlich dicken Kupferlage ihre Veränderung eben so wenig als auf andere Weise verhindern konnte. Ich will auch das Unsichere in der Methode, durch welche Frémy die Eigenschaften der in den Früchten sich findenden Gase bestimmt, nicht herausheben, aber ich will nachweisen, in wiefern

der Versuch, den er meiner Theorie über die Zuckerbildung während des Reifens entgegensetzt, unvollkommen ist und wenig beweist.

Die Entwicklung des Zuckers ist die Vollendung der Reife der zuckerigen Früchte. Daher findet sich in dem Versuche Frémy's kein eigentliches Reifen, noch eine gegenseitige Reaction der Bestandtheile; die Veränderung des Pflaumenbaums und seiner Früchte würde durch jede andere Ursache erzeugt worden sein; denn die Pflaumen sind alsbald vom Baume abgefallen. Niemals löst sich eine Frucht vor ihrer Entwicklung von der Mutterpflanze ohne gewaltsames Schütteln oder sonstige Veränderung. Die Färbung ist kein sicheres Zeichen der Reife; ich habe diese Färbung in den Schnitten, welche ich den Früchten vor ihrer vollständigen Entwicklung beibrachte, entstehen sehen, ohne dass es die Färbung des Reifens war. Der Geruch war jedenfalls auch nicht der angenehme, den die vollkommen reifen Pflaumen haben.

Frémy sagt ferner wohl, dass der Saft nicht zuckerig war, aber er sagt nicht, ob er sauer, ob alkalisch oder neutral war.

Ich habe den Versuch gemacht, die Einwirkung der Säuren auf das Gummi, Gelatin oder Dextrin zu vermindern, ja zu vernichten; ich begoss zu dem Ende einen im Schatten stehenden Weinstock im Uebermaasse. Was war die Folge? Die Trauben wurden wie in einem regnerischen kalten Jahre nicht reif. Auf ähnliche Weise hat Frémy den Baum verändert, indem er einen sauren oder alkalischen Saft mit seinen Organen in Verbindung brachte.

Endlich finde ich in der alkalischen Eigenschaft des Pflaumensaftes einen neuen Beweis dafür, dass die Organe nicht neutrale, ja alle Stoffe, welche sie nicht zu verarbeiten bestimmt sind, zurückstossen.

---

## LXV.

**Nachträgliche Bemerkung über die Zusammensetzung des oxalsauren und salpetersauren Harnstoffes.**

Ich habe gezeigt, dass der Harnstoff mit der Salpetersäure und Oxalsäure, ausser den von Regnault angegebenen Verbindungen, noch andere Zusammensetzungen liefern kann (Journ. XXXIV. 249). Es war mit Sicherheit anzunehmen, dass, wenn die wasserhaltigen Verbindungen  $\text{NO}_5 + \text{C}_2\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_2 + \text{H O}$  und  $\text{C}_2\text{O}_3 + \text{C}_2\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_2 + \text{H O}$  am gewöhnlichsten sich bilden, doch auch die wasserfreien unter gewissen Umständen hervorgebracht werden können. Dass Prout bei seinen Analysen einen Fehler gemacht haben sollte, der sich bis auf 4 Proc. in der Salpetersäure-Bestimmung belief, ist nicht vorauszusetzen. Lehmann hat bei einer Analyse gleichfalls 47 Proc. Salpetersäure gefunden (Journ. XXV. 13); und mir lieferten 0,794 Grm. der bei 100° getrockneten Verbindung 0,808 Grm. schwefelsaure Baryterde, entsprechend 47,25 Proc. Salpetersäure. Diese Verbindung habe ich nicht wieder erhalten können.

Dasselbe gilt von dem oxalsauren Harnstoff. Berzelius fand darin so viel Oxalsäure, dass seine Verbindung wasserfrei gewesen sein muss; ich fand sie wasserhaltig \*).

Diese Verbindungen sind von dieser Zusammensetzung nur unter gewissen Umständen zu erhalten, welche ich näher kennen zu lernen mich bemüht habe, jedoch ohne dass es mir im geringsten gelungen wäre.

Da ich erfahren hatte, dass meine Angaben von verschiedenen Seiten geprüft worden waren, ohne Bestätigung zu erhalten, so unternahm ich selbst die Wiederholung meiner Versuche und forderte Erdmann auf, dasselbe zu veranlassen. Es gelang ihm nicht, die von mir analysirten Verbindungen zu erhalten. Ich bereitete den salpetersauren Harnstoff mit concentrirten und verdünnten Lösungen, sowohl des Harnstoffes als der Salpetersäure, in der Wärme und in der Kältemischung; nur einmal bekam ich

---

\*) Einen Druckfehler in der angeführten Notiz, S. 249, Z. 7 v. o., bitte ich zu verbessern, nämlich 0,133 Grm. statt 0,173 Grm. zu setzen; und eben so S. 251, Z. 21 v. o. hinter Verbindung das Wort *zuweilen* einzuschalten.

die wasserfreie Verbindung, welche ich oben angegeben habe; sonst fand ich stets die Regnault'sche Zusammensetzung.

1,019 Grm. gaben 0,960 schwefelsaure Baryterde = 43,90 Proc.  $\text{NO}_5$ .

1,156 Grm., bei  $115^\circ$  getrocknet, gaben 1,085 Grm. schwefelsaure Baryterde oder 43,58 Proc.  $\text{NO}_5$ .

0,887 Grm. der bei  $115^\circ$  getrockneten Substanz gaben 0,835 Grm. schwefelsaure Baryterde = 43,71 Proc.  $\text{NO}_5$ .

1,762 Grm., bis  $115^\circ$  erhitzt, verloren 0,008 Grm. Wasser.

Alle Verbindungen waren aus verschiedenen Bereitungen, Um die Umkrystallisation zu vermeiden, wurde die concentrirte Harnstofflösung in Salpetersäure gegossen, der pulverförmige Niederschlag abfiltrirt, stark ausgepresst und analysirt:

0,807 Grm. gaben 0,770 Grm. schwefelsaure Baryterde, entsprechend 44,30 Proc.  $\text{NO}_5$ . Der Ueberschuss an Säure war hier sehr unbedeutend und erklärlich.

Eine zweite Bereitung, auf ähnliche Weise ausgeführt, gab von 1,027 Grm. salpetersaurem Harnstoff 0,957 Grm. schwefelsaure Baryterde = 43,26 Proc.  $\text{NO}_5$ .

Hr. Heintz theilte mir mit, dass er bei seinen Versuchen niemals die saure Verbindung hätte erhalten können. Die Einfachheit der Analyse macht es fast unmöglich, dass ich früher, durch einen Irrthum verleitet, eine andere als die gewöhnliche Zusammensetzung hätte geglaubt gefunden zu haben; wenigstens konnte sich ein Irrthum der Art nicht sechs- bis achtmal wiederholen. — Dass die Verbindung des Harnstoffes mit der Salpetersäure jedoch auch in anderer Beziehung als in den von mir bemerkten einige Unregelmässigkeiten darbieten kann, zeigt eine Untersuchung des Hrn. Dr. Werther, aus dessen Schreiben über diesen Gegenstand Folgendes herausgehoben wird:

„Bei der Darstellung dieser Verbindung habe ich alle möglichen Wege eingeschlagen, auf denen man verschiedene Producte zu erhalten erwarten kann. Ich habe mit Ueberschuss von Salpetersäure gefällt, die krystallisirte Verbindung aus wässrigen und salpetersauren Auflösungen umkrystallisirt, und endlich auch aus einer Lösung mit überschüssigem Harnstoff. Unter allen diesen Umständen habe ich nicht nur nicht jemals mehr als 1 Aeq. Salpetersäure mit dem Harnstoff verbunden erhalten, sondern auch nicht einmal diese vollkommen.“

„Die von Marchand gefundenen salpetersauren Verbindungen sind daher sehr merkwürdig, besonders weil sie darzuthun scheinen, dass unsere Vorstellung von der Nothwendigkeit des 1 Aeq. Wassers, welches der Harnstoff als basischer Körper aufnehmen müsse, irrig sind; denn die Verbindung von 3 Aeq. Salpetersäure mit 2 Aeq. Harnstoff enthält nur 1 Aeq. Wasser.“

„Die Analysen, die ich ausgeführt habe, sind ganz auf dieselbe Weise angestellt, wie es Marchand von den seinigen angiebt, nämlich mit kohlensaurem Baryt, und damit ich sicher war, dass die Zersetzung vollständig geschehe, habe ich in der Regel so lange gekocht, bis die Ammoniakentwicklung und das starke Aufbrausen aufhörten. Einen Versuch stellte ich nach Art der eudiometrischen an, um vielleicht aus dem Volumen der Kohlensäure etwas schliessen zu können; der Erfolg war nicht entsprechend, weil bei 145°, die ich erreichte, zugleich eine Zerlegung des Harnstoffes und Bildung von kohlensaurem Ammoniak stattfand. Die Analysen gaben folgende Resultate:

- 1) 1,327 Grm., durch Fällen mittelst Salpetersäure erhalten, verloren bei 125° 0,055 = 4,15 Proc. Der Rest, 1,272 Grm., gab 1,113 Grm. schwefelsauren Baryt = 40,56 Proc. Salpetersäure.
- 2) 0,956 Grm. von dem vorigen Präparat, aus Salpetersäure umkrystallisirt, verloren bei 125° 0,007 = 0,7 Proc.; die 0,949 Grm. gaben 0,853 Grm. schwefelsaure Baryterde = 41,6 Proc. Salpetersäure.
- 3) 0,675 Grm. von No. 1, aus überschüssigem Harnstoff umkrystallisirt, verloren bei 125° 0,003 = 0,45 Proc. und lieferten 0,581 schwefelsaure Baryterde = 40,0 Proc. Salpetersäure.
- 4) 0,576 Grm. von No. 1, aus Wasser umkrystallisirt, wurden mit dem 6fachen Gewichte an kohlensaurem Baryt in einer Retorte mit pneumatischem Apparat bei 165° erhitzt, so lange als noch eine Gasentwicklung bemerkbar war; dann der Retorten-Inhalt ausgekocht und auf die gewöhnliche Art behandelt. Ich erhielt 0,385 Grm. schwefelsaure Baryterde = 30,9 Proc. Salpetersäure. Diese Zahl stimmt nun allenfalls mit der Formel  $(C_2 N_2 H_4 O_2)_2 N O_3$ , denn diese müsste in 100 Theilen 31,1 Theile Salpetersäure enthalten.“

Hr. Werther hat auch eine Anzahl Analysen von dem oxalsauren Harnstoff angestellt, deren Ergebniss er in demselben Schreiben mittheilt. Er konnte die wasserhaltige Verbindung, die ich untersucht habe, nicht erhalten, hingegen fand er einmal in einer lange Zeit stehenden Auflösung von oxalsaurem Harnstoff eine krystallisirte Verbindung, welche aus 2 Aeq. Harnstoff und 1 Aeq. Oxalsäure bestand. Später gelang es nicht, diese Verbindung wieder darzustellen. Die Analysen, welche Hr. Werther angestellt hat, sind folgende:

- „1) 1,047 Grm. des oxalsauren Harnstoffes, durch Ausfällen von Harnstoff mit überschüssiger Oxalsäure dargestellt und lufttrocken gemacht, verloren bei  $120^{\circ}$  0,006 Grm. = 0,57 Proc. Von der trocknen Verbindung wurden 0,997 Grm. mit Chlorcalcium heiss gefällt, und der Lösung bis zu schwach alkalischer Reaction Ammoniak zugefügt und schnell filtrirt. Der oxalsaurer Kalk, geglüht, gab 0,46 Grm. kohlensaure Kalkerde, in schwefelsäure verwandelt, 0,634 Grm., entsprechend 33,7 Proc. Oxalsäure.
- 2) 0,541 Grm., auf dieselbe Weise dargestellt, verloren bis  $125^{\circ}$  0,001 Grm. = 0,18 Proc., gaben 0,252 kohlensaure und 0,342 schwefelsäure Kalkerde = 33,5 Proc. Oxalsäure.
- 3) Oxalsaurer Harnstoff wurde in Ueberschuss von Harnstoff aufgelöst und nach starker Concentration in Krystallen gewonnen, welche den vorigen sehr ähnlich sahen, aber nicht deutlich zu erkennen waren. Von diesen wurden 0,88 Grm. bei  $110^{\circ}$  getrocknet. Sie verloren 0,05 Proc.; kohlensaure Kalkerde lieferten sie 0,409 Grm.; schwefelsäure 0,509 Grm. oder 31,4 Proc. Oxalsäure.
- 4) Gleiche Aequivalente Harnstoff und Oxalsäure wurden gemischt und auskrystallisirt. 1,7535 Grm. der ersten Krystallisation wurden, nachdem sie 24 Stunden über Schwefelsäure gestanden hatten, bei  $125^{\circ}$  getrocknet. Sie verloren 0,0025 = 0,14 Proc.

Ich bemerke hierbei, dass zwischen  $125$  und  $130^{\circ}$  die äusserste Temperatur ist, welcher der oxalsaurer Harnstoff ausgesetzt werden darf, denn in der Regel bildet sich bei dieser Temperatur in dem kältern Theil der Trockenröhre schon ein Sublimat, dessen Natur ich nicht weiter bestimmt habe. 1,398 Grm. davon gaben 0,658 kohlensauren Kalk oder 33,9 Proc. Oxalsäure.

Ich habe alsdann von der zweiten und dritten Krystallisation jener Mischung noch die Producte untersucht und fand 33,95 Proc. und 33,8 Proc. Oxalsäure.

5) Bei einer Mischung von 2 Aeq. Oxalsäure mit 1 Aeq. Harnstoff wurden 1,635 Grm. bei 125° getrocknet; sie verloren dabei 0,006 Grm. = 0,4 Proc. 1,284 Grm. davon lieferten 0,600 Grm. kohlensaure Kalkerde = 33,7 Proc. Oxalsäure.

Ich habe in noch andern Versuchen die Quantität des Harnstoffes gesteigert; die Krystallisation der Verbindung geht dann langsam von Statten, sie ist jedoch nicht wesentlich anders zusammengesetzt. Regnault's Formel erfordert 34,28 Proc. Oxalsäure. Meine Versuche zeigen, dass man dieselbe wohl beibehalten darf.“

Der Rest der von mir früher analysirten Verbindung, bis 120° erhitzt, gab 14,3 Proc. Verlust, der nur in Wasser bestehen konnte, da ich auch hier die früher angewandte Vorsicht benutzt hatte, in den öbern Theil der mit der Luftpumpe verbundenen Trockenröhre ein Stückchen Georginen-Papier zu bringen, welches niemals eine merklich grüne Farbe angenommen hatte.

Die so entwässerte, trübe gewordene Verbindung zeigte, wie früher angeführt, 34,2 Proc. Oxalsäure. Es erhellt hieraus, dass der Harnstoff unter den gewöhnlichen Umständen neutrale Verbindungen mit der Oxalsäure und Salpetersäure bildet, welche ein Aeq. Wasser enthalten, das sie nicht ohne Zersetzung abgeben, dass aber Umstände eintreten können, wo diese Verbindungen wasserfrei sind, ohne ihre Neutralität aufzugeben, also, dass basische und saure Verbindungen des Harnstoffes mit diesen Säuren existiren, deren Bildung von noch nicht näher erforschten Zufällen abhängt.

*Mal.*

---

## LXVI.

## Verhalten einiger organischer Basen zu polarisirtem Lichte.

Von

**Laurent.***(Comptes rendus mensuels par Laurent et Gerhardt. Avril et Mai 1845.)*

Laurent hat mit Hülfe der Instrumente Biot's die beiden von ihm entdeckten Basen, das *Lophin* und das *Amarin*, in dieser Beziehung untersucht.

Man kann diese Basen nicht frei anwenden, weil sie zu wenig in Wasser, Weingeist und Aether löslich sind. Laurent musste Lophinhydrochlorat in einer bei 60° gesättigten Lösung anwenden.

Diese beiden Salze brachten keine Ablenkung der Polarisationsebene hervor. Die von Bouchardat untersuchten organischen Basen waren sämmtlich sauerstoffhaltige. Ob die Eigenschaft, die Polarisationsebene zu drehen, den oxydirten allein zukomme, wurde durch Anwendung eines von Barral dargestellten Nicotins, also einer natürlichen Base, und durch Anilin, eine künstliche Base, geprüft.

Die Versuche waren folgende:

Länge der Röhre 0,100 M.

Temperatur 19°.

Dichtigkeit 1,008 bei 19°.

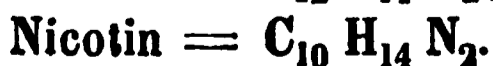
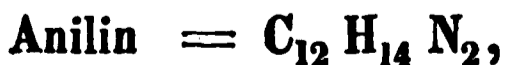
Ablenkung für rothes Licht 93,5° nach Links.

Es ist zu bemerken, dass unter allen bis jetzt beobachteten Substanzen diese das stärkste Ablenkungsvermögen hat.

Das Nicotinhydrochlorat lenkt ebenfalls die Ebene ab, aber nach Rechts.

Das Anilin wurde nun ebenfalls geprüft; es zeigte sich, dass es die Eigenschaft, die Polarisationsebene zu drehen, nicht besass; eben so verhält sich die Phensäure, wovon es stammt.

Dieses ist um so bemerkenswerther, als Anilin und Nicotin fast gleiche Zusammensetzung haben:



Wenn nun jene Eigenschaft nur den natürlichen Körpern zukäme, so würde man mithin niemals Nicotin künstlich erzeugen können. Dagegen muss man

- 1) durch Behandlung des Kohlenwasserstoffes  $C_{10}H_{12}$  mit Salpetersäure und dann mit Schwefelwasserstoff Nicotin erhalten; eben so
- 2) durch Behandlung des Oxyds  $C_{10}H_{12}O_2$  der vorigen Verbindung;
- 3) müsste Phenaminsäure  $C_{12}H_{10}Ad + O_4$  durch Destillation mit Kalk Nicotin geben.

Die Chemiker, welche von diesem Gesichtspuncte aus eine Untersuchung unternehmen wollten, könnten eine Reihe neuer Körper entdecken und so durch die That beweisen, dass, so wie es bis jetzt scheint, die künstlich dargestellten Stoffe die Polarisationsebene nicht drehen.

---

## LXVII.

### Umwandlung von Senföl in Knoblauchöl.

Von

**Ch. Gerhardt.**

(*Comptes rendus mensuels p. Laurent et Ch. Gerhardt. Févr. 1845.*)

Bei der Betrachtung der Arbeiten von Wertheim über das Knoblauchöl und der von Will über das Senföl stellte ich mir die Frage, ob es nicht möglich sei, das eine in das andere umzuwandeln.

Das Knoblauchöl unterscheidet sich nur von dem Senföl durch die Elemente von Cyan und Schwefel. Man hat:



Ich glaubte, dass man, wenn man Kalium auf das Senföl einwirken liesse, einen Theil Cyan und Schwefel hinwegnehmen und so das Knoblauchöl abscheiden könne. Diese Idee habe ich bestätigt gefunden. Wirft man einige Stücke Kalium auf Senföl, welches man vorher über Chlorcalcium getrocknet und dann von Neuem rectificirt hat, so wird es sogleich angegriffen; man kann es, um die Reaction zu erleichtern, schwach in einer Retorte er-

wärmen. Indessen muss dieses sehr vorsichtig geschehen; denn wenn man die Temperatur zu hoch steigert, so kann das Öl Feuer fangen, was mir einige Male vorkam.

Arbeitet man mit Vorsicht, so färbt sich die Masse nicht sehr; es entwickelt sich ein Gas, es setzt sich ein weisses Salz ab und es destillirt Knoblauchöl.

Es ist dieses ein netter Versuch für Vorlesungen; der Unterschied der beiden Öle im Geruch ist sehr ausgesprochen; der Geruch allein entscheidet, dass die Reaction so erfolgt ist, wie ich sie angedeutet habe.

Indessen habe ich dieses auch auf chemischem Wege entschieden. Ich sammelte das Destillat. Es war farblos, besass in hohem Grade den charakteristischen Geruch vom Knoblauch und hatte alle die von Wertheim angegebenen Eigenschaften.

Mit salpetersaurer Silberlösung geschüttelt, gab es schwarzes Schwefelsilber. Mit Quecksilberchlorid (um mehr vom Öle zu lösen, erwärmt) geschüttelt, gab es einen weissen Niederschlag, mit Chlorplatin einen gelben Niederschlag.

Endlich gab mir eine Analyse mit Kupferoxyd dieselben Verhältnisse von Kohle und Wasserstoff, welche Wertheim aus dem wirklichen Knoblauchöl, welches nicht über Kalium rectificirt war, erhielt.

0,217 über Chlorcalcium getrocknetes und zweimal über Kalium destillirtes Senföl gaben:

0,468 Kohlensäure und  
0,164 Wasser.

Dieses beträgt in Procenten:

	In meinem Producte.	Knoblauchöl nach Wertheim.	Senföl.
Kohlenstoff	58,8	59,1	48,5
Wasserstoff	8,4	8,2	5,1.

Ich besass nicht mehr Material, um die Analyse wiederholen zu können.

Das Salz, welches sich bei der Darstellung absetzt, ist Schwefelcyankalium. Es löst sich leicht in Wasser und giebt mit Eisenoxydsalzen die bekannte rothe Färbung. Es fällt ebenfalls ein Gemenge von schwefelsaurem Kupferoxyd und schwefelsaurem Eisenoxydul weiss. Schwefel- oder Cyanverbindungen konnte ich hierin nicht entdecken.

Dagegen fand ich bei einer zweiten Destillation des künstlichen Knoblauchöls über Kalium viel Schwefel \*). Diese Reaction halte ich für secundär. Ausserdem hätte ich, um dieselbe gehörig deuten zu können, das entwickelte Gas untersuchen sollen, was ich in Ermangelung der Substanz nicht konnte. Dennoch scheinen mir diese Resultate genügend, um zu zeigen, dass sich das Senföl, mit Kalium behandelt, wesentlich in Knoblauchöl umwandelt. Auf das Uebrige werde ich in der Folge weiter zurückkommen.

## LXVIII.

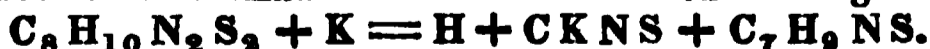
### Ueber die Bezoarsäure.

Hr. Prof. Wöhler legte der Königl. Societät der Wissenschaften zu Göttingen am 24. Jun. eine Abhandlung vor, enthaltend die Resultate einer Untersuchung, welche derselbe gemeinschaftlich mit Hrn. Dr. Merklein über die Bezoarsäure, oder die Substanz der orientalischen Bezoare, angestellt hat. Wir geben in dem Folgenden einen gedrängten Auszug daraus, welcher den „Nachrichten von der G. A. Universität und der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen No. 1“ entnommen ist.

Die thierischen Concretionen, die unter dem Namen Bezoare bekannt sind und in früherer Zeit als Medicamente in Ansehen standen, können hinsichtlich ihrer chemischen Natur im Allge-

---

\*) Derjenige Körper, welchen Wertheim *Schwefelallyl* nennt, ist das wiederholt über Kalium rectificirte Knoblauchöl. Ich glaube, dass dieses ein Zersetzungsproduct ist; es enthält ungefähr 4 Proc. Kohle und 0,5 Proc. Wasserstoff mehr als das Oel, so wie man es aus dem Knoblauch erhält. Die Umwandlung des Senföls in Knoblauchöl lässt mich glauben, dass das natürliche Knoblauchöl  $C_7H_9NS$  sei; diese Formel erfordert: 60,43 Kohle und 6,48 Wasserstoff. Demnach würde die Reaction in Folgendem bestehen:



Aber eine Reaction der Art würde voraussetzen, dass Wertheim sowohl als ich ein noch nicht völlig trocknes Oel angewandt hätten. Thatsache ist, dass das von Neuem über Kalium rectificirte Knoblauchöl eine Schwefelverbindung giebt, und dass Wertheim bei der Darstellung des Schwefelallyls auch viel Schwefel erhielt. Kohle und Wasserstoff müssten durch diese Reaction zunehmen.

meinen in dreierlei Arten eingetheilt werden: 1) in Bezoare aus phosphorsaurem Kalk und phosphorsaurer Ammoniak-Talker, 2) in Bezoare aus Lithofellinsäure, und 3) in Bezoare aus Bezoarsäure.

Wie alle ähnlichen Materien, die sich als abnorme oder krankhafte Producte im lebenden Thierkörper bilden oder absetzen, schien den Verf. diese Substanz, die die Masse der wahren organischen Bezoare ausmacht, schon in physiologischer Beziehung Aufmerksamkeit zu verdienen. Schon seit längerer Zeit beschäftigt, war es ihnen bereits gelungen, sie in reiner krystallinischer Form darzustellen und ihre Eigenschaften als Säure zu erkennen, als Hr. Lipowitz einige Versuche darüber publicirte, die ihn zu demselben Resultat geführt hatten, die aber die Verf. um so weniger von einer weiteren Untersuchung abhielten, als Hr. Lipowitz, aus Mangel an Material, keinen Aufschluss über die Zusammensetzung dieser Substanz geben konnte.

Die Bezoare, welche daraus bestehen, haben eine dunkel olivengrüne, zuweilen auch bräunliche oder etwas marmorirte Farbe und eine meist ei- oder nierenförmige Gestalt; ihre Oberfläche ist meist glatt, wie polirt, sie sind spröde und zeigen im Innern eine geschichtete, concentrisch schalige Structur, mehrentheils mit etwas ungleich gefärbten, matten Ablösungsflächen. Auf dem Querbruch zeigen die Stücke ein undeutlich krystallinisches, mehr splittriges Gefüge. Im Innern enthielten alle von den Verf. untersuchten Bezoare eine fremde Substanz, die häufig lose darin lag und offenbar als Ansatzkern gedient hatte. In einigen Fällen bestand sie aus zerkauter Rinde, in einem war sie die Frucht von einer Leguminose. Diese Bezoare haben einen schwachen, angenehmen, moschus- oder ambrähnlichen Geruch, der sich besonders bei der Auflösung in Kali zeigt. Ihre Grösse variirt zwischen der einer Bohne und eines kleinen Hühnereies.

Die Bezoare aus Bezoarsäure haben einige Aehnlichkeit mit denen aus Lithofellinsäure; beide unterscheiden sich aber leicht dadurch von einander, dass ein Stückchen Lithofellinsäure-Concretion beim Erhitzen leicht schmilzt, Bezoarsäure aber nicht schmelzbar ist, sondern sich verkohlt und sich dabei mit feinen, glänzenden, gelben Krystallen belegt.

---

\*) Simon's Beiträge zur physiol. und pathol. Chemie. I. S. 464.

Die Methode, deren sich die Verf. zur Darstellung der reinen Bezoarsäure bedienten, besteht im Wesentlichen darin, dass sie zerriebene Bezoarmasse, ohne Luftzutritt, in einer mässig starken Kalilösung auflösten und in die tief safrangelbe Auflösung waschenes Kohlensäuregas leiteten, wodurch die Bezoarsäure Gestalt von sehr schwer löslichem, neutralem Kalisalz gefällt wurde. Aus dem durch Umkrystallisiren gereinigten Salz wurde Bezoarsäure durch verdünnte Chlorwasserstoffsäure abgetrennt.

Die reine Bezoarsäure ist ein blassgelbes, leichtes Pulver. Bei starker Vergrößerung erkennt man, dass sie aus glänzenden, durchsichtigen Prismen besteht. In nicht ganz reinem Zustande ist sie mehr oder weniger grünlich-braun gefärbt. Sie ist geschmacklos, wiewohl sie in Wasser nicht ganz unlöslich ist. In höherer Temperatur zersetzt sie sich, ohne zu schmelzen, indem sich ein Theil in Dampfform verflüchtigt und sich, ähnlich wie beim Indigo, in Gestalt feiner, schwefelgelber Krystallnadeln auf die verkohlte Masse absetzt. In Aether ist sie unlöslich. Alkohol löst sie mit blassgelber Farbe auf, jedoch nur in kleiner Menge; die Lösung reagirt schwach sauer. Mit concentrirter Schwefelsäure übergossen, wird die Bezoarsäure, indem sie Wasser verliert, citronengelb und löst sich beim gelinden Erwärmen vollständig und mit gelber Farbe auf. Durch Wasser wird sie daraus wieder unverändert gefällt. Lässt man diese Lösung an der Luft Wasser anziehen, so scheidet sich die Bezoarsäure allmählig in langen, feinen, fast farblosen Prismen unverändert wieder ab.

Die krystallinische Bezoare enthält 2 Atome oder 10,64 Proc. Wasser, welches schon bei  $100^{\circ}$  entweicht und welches sie, wenn sie nicht über  $120^{\circ}$  erhitzt war, allmählig wieder aus der Luft aufnimmt.

Drei Elementar-Analysen gaben für die bei  $200^{\circ}$  getrocknete Bezoarsäure folgende Zusammensetzung:

Berechnet nach			
I.	II.	III.	$C_{14}H_3O_8$ .
C = 55,67	55,34	55,65	55,67
H = 2,16	2,11	2,13	1,98
O = 42,17	42,55	42,22	42,35.

Zwei Analysen des Kalisalzes gaben:

	I.	II.	Berechnet nach $\text{K} + \text{C}_{14}\text{H}_2\text{O}_7$ .
K =	24,32	24,63	24,93
C =	43,99	44,56	44,44
H =	1,39	1,27	1,05
O =	30,30	29,54	29,58.

Hieraus geht hervor, dass die bei 200° getrocknete Bezoarsäure 1 Atom basisches Wasser enthält, welches im Kalisalz durch 1 Atom Kali vertreten wird. Das Aequivalent der wasserfreien Säure ist also  $= \text{C}_{14}\text{H}_2\text{O}_7$  oder 1776,64, und die krystallisirte Säure  $= (\text{H} + \text{C}_{14}\text{H}_2\text{O}_7) + 2\text{H}$ .

Aus dieser Zusammensetzung und den oben angegebenen Eigenschaften der Bezoarsäure folgt ferner der merkwürdige Umstand, dass diese Substanz, wie bereits von Th. Taylor vermuthet wurde \*), in der That nichts Anderes ist als *Ellagsäure* oder die Säure, die zuerst von Chevreul aus den Galläpfeln dargestellt und von Braconnot näher untersucht worden ist. Um nicht den geringsten Zweifel hierüber zu lassen, haben die Verf. Ellagsäure aus Galläpfeln selbst dargestellt und ihre Eigenschaften mit denen der Bezoarsäure verglichen; sie zeigten sich vollkommen identisch. Pelouze, der die Ellagsäure zuerst analysirte, gab für ihre Zusammensetzung die Formel  $\text{C}_7\text{H}_2\text{O}_4$ , die sich um  $\frac{1}{2}$  Aeq. Wasserstoff mehr von der der Verf. unterscheidet. Da diese bei ihren Analysen stets mehr Kohlenstoff und weniger Wasserstoff als Pelouze bekamen, so halten sie die von ihnen gegebene Formel für den richtigeren Ausdruck der Zusammensetzung.

Die Verf. sind der Ansicht, dass es am natürlichsten und angemessensten sei, für diese Substanz den Namen Bezoarsäure beizubehalten, um so mehr, als das Wort Ellagsäure durch Umkehrung des französischen und nicht des deutschen Namens für Galläpfel gebildet und im Deutschen nicht wohlklingend ist.

Die Bezoarsäure bildet Salze von verschiedenen Sättigungsstufen und selbst mit den Alkalien solche, die mehr als 1 Atom Basis enthalten. Ein Silbersalz war nicht hervorzubringen, da

---

\*) *The Lond., Edinb. and Dublin phil. Mag.* 1844. May. p. 354.

die Säure durch das Silberoxyd zersetzt wird. Die Verf. haben folgende Salze untersucht:

**Kalisalz.** Die Säure löst sich mit einer sehr intensiven gelben Farbe in kaustischem Kali auf. Durch Sättigung dieser Auflösung mit Kohlensäuregas wird dasjenige Kalisalz gefällt, worin die Verf. 1 Atom Kali mit 1 Atom Bezoarsäure verbunden annehmen. Nach dem Trocknen bildet es eine sehr lockere und leichte, gleichsam papierartige Masse, die unter dem Mikroskop als eine Verwebung von langen, durchsichtigen, oft fächerförmig vereinigten Prismen erscheint. In ganz unverändertem Zustand hat es eine blassgelbe Farbe, meist aber erhält man es blass grünlich-grau oder grünlich-gelb. In kaltem Wasser ist es wenig löslich, bedeutend mehr und mit grünlicher Farbe in heissem, woraus es sich erst lange nach dem Erkalten in krystallinischen Flocken absetzt. Beim Glühen zersetzt es sich und verglimmt, ohne riechende Producte zu liefern.

Ein zweites, in Wasser mit tiefgelber Farbe sehr leicht lösliches, aber sehr rasch sich veränderndes Kalisalz entsteht, wenn man Bezoarsäure oder das neutrale Salz mit einer Lösung von Kalihydrat in Alkohol übergiesst. Es bildet ein tief citronengelbes Pulver, welches aus mikroskopischen gelben, durchsichtigen Prismen besteht. An der Luft wird es sogleich schwarzgrün, und nach einiger Zeit findet man es im Wesentlichen in neutrales Salz und kohlensaures Kali verwandelt. Seine Zusammensetzung ist  $= 3K + 2C_{14}H_2O_7$ .

**Natronsalz.** Natron bildet mit der Säure zwei den Kalisalzen entsprechende, sehr ähnliche Salze. Das neutrale ist ein hochgelbes krystallinisches Pulver. Das basische krystallisirt in concentrisch feinstrahligen Massen von citronengelber Farbe; es ist leicht löslich und so veränderlich wie das Kalisalz.

**Ammoniaksalz.** Die Bezoarsäure ist nicht in Ammoniak löslich, sie nimmt aber darin Ammoniak auf. Das neutrale Salz erhält man in Gestalt eines hell olivengrünen Niederschlags beim Vermischen der Lösung des Kalisalzes mit Salmiaklösung. Dasselbe Salz entsteht, wenn man die krystallisirte, nicht entwässerte Säure einem Strom von Ammoniakgas aussetzt. Dagegen bildet sich ein saures Salz, wenn über entwässerte Bezoarsäure ein Strom von trockenem Ammoniakgas geleitet wird, wobei sie unter starker Wärmeentwicklung lebhaft grüngelb wird.

**Barytsalz.** Bezoarsäure, mit Barytwasser übergossen, färbt sich sogleich tief citronengelb, ohne sich aufzulösen. Das so gebildete Salz,  $= 3 \text{Ba} + 2 \text{C}_{14}\text{H}_2\text{O}_7$ , ist selbst in heissem Wasser unlöslich. An der Luft wird es dunkel braungrün und zieht Kohlensäure an.

#### *Glaukomelansäure.*

Mit diesem Namen bezeichnen die Verf., in Bezug auf die blauschwarze Farbe des Kalisalzes, eine Säure, die durch Einwirkung der Luft auf die basischen bezoarsauren Alkalien entsteht. Sie bedauern es, über die Entstehungsweise und Zusammensetzung dieses ganz merkwürdigen Products nicht vollständigere Angaben mittheilen zu können; die Seltenheit des Materials setzte der weitem Untersuchung eine Grenze.

Löst man Bezoarsäure in einer mässig starken Kalilauge auf und bringt die tief gelbe Lösung mit der Luft in Berührung, so nimmt sie sogleich eine tief rothgelbe, oft fast blutrothe Farbe an, die aber nach kurzer Zeit wieder heller wird, während man auf der Oberfläche der Flüssigkeit die Bildung feiner schwarzer Krystalle bemerkt, die sich allmählig vermehren und zu Boden sinken, deren Menge aber nur stets sehr klein bleibt. Diese Substanz ist das glaukomelansäure Kali. Man filtrirt es ab, wäscht es einige Male zuerst mit verdünnter Kalilösung, dann mit Wasser ab.

Das glaukomelansäure Kali bildet ein schwarzes, glänzendes Krystallpulver mit einem Stich in's Blaue. Bei 200facher Vergrösserung sieht man, dass es aus dünnen, breiten Prismen besteht und dass diese mit einer schwärzlich-blauen Farbe durchscheinend sind. In kaltem Wasser ist es wenig löslich mit einer schwärzlichen Purpurfarbe. In heissem Wasser ist es in Menge löslich, aber unter gänzlicher Zersetzung, so dass die Lösung beim Erkalten nicht wieder schwarzes Salz, sondern bezoarsaures Kali absetzt. Von heisser concentrirter Kalilauge wird das schwarze Salz mit tief smaragdgrüner Farbe aufgelöst, die aber an der Luft rasch in eine tief gelbe übergeht. Beim Erhitzen giebt es Wasser und verkohlt dann, ohne im mindesten empyreumatische Producte zu bilden. Wird es mit Salzsäure erwärmt, so scheidet sich reine, blassgelbe Bezoarsäure ab. Durch den Dampf von salpetriger Säure wird es schön purpurroth, eine Reaction, welche auch die Bezoarsäure zeigt.

Das schwarze Salz enthält 4 Atome oder 17,53 Proc. Krystallwasser, welches schon bei gewöhnlicher Temperatur im Vacuum zu entweichen beginnt.

Zwei Analysen gaben für dieses Salz folgende Zusammensetzung:

		Berechnet nach
	I.	II.
		$K + C_{12}H_2O_6$
K =	26,83	28,68
C =	41,72	40,90
H =	1,29	0,98
O =	30,16	29,38
		27,88
		42,59
		1,18
		28,53.

Die Verf. lassen es dahingestellt sein, ob die Formel  $K + C_{12}H_2O_6$  der wahre Ausdruck für die Zusammensetzung dieses Kalisalzes ist. Jedenfalls sehe man hieraus, dass bei seiner Bildung aus der Bezoarsäure eine gewisse Menge Kohlenstoff durch den Einfluss von Sauerstoff der Luft weggenommen wird; aber in welcher Form, ob als Kohlensäure, als Oxalsäure, oder in Form einer sich neu bildenden zweiten organischen Säure, war bis jetzt nicht möglich auszumitteln. Eben so wenig Aufschluss konnten sie über die Frage erlangen, auf welche Weise die Glaukomelansäure, wenn man ihr Kalisalz mit Wasser erhitzt oder durch Salzsäure zersetzt, wieder in Bezoarsäure verwandelt wird, wobei nothwendig noch ein anderes Product gebildet werden muss.

Uebrigens gelingt es nicht immer, dieses schwarze Kalisalz hervorzubringen; bei den Versuchen, es in grösserer Menge darzustellen, wurden grosse Mengen Bezoarsäure vergebens geopfert. Die Bildung hängt vorzüglich von dem richtig getroffenen Concentrationsgrad der Kalilösung ab, die weder zu stark noch zu schwach sein darf. In beiden Fällen erhält man es nicht, und die Bezoarsäure verschwindet dennoch so vollständig, dass die braun gewordene Lösung nachher weder durch Kohlensäure noch durch Salzsäure gefällt wird. Es bleibt noch zu ermitteln übrig, in welche andere Producte hierbei die Bezoarsäure verwandelt wird. Wir übergehen hier die in dieser Hinsicht von den Verf. angestellten Versuche, so wie auch die misslungenen Versuche, um durch andere oxydirende Einflüsse das schwarze Kalisalz hervorzubringen.

Eine nicht unwichtige Aufgabe bleibe es noch, sagen die Verf., näher den Zusammenhang zu erforschen, in dem offenbar die Bezoarsäure zur Gallussäure und folglich auch zur Gerbsäure steht. Diesen Zusammenhang kann man schon aus ihrem Vorkommen in den Galläpfeln oder aus ihrer Entstehung darans vermuthen. Es ist aber besonders durch die Beziehung in der Zusammensetzung zwischen Gallussäure und Bezoarsäure und durch das ähnliche, näher zu ermittelnde Verhalten beider Säuren unter oxydirenden Einflüssen in die Augen fallend. 2 Atome der bei  $120^{\circ}$  getrockneten Gallussäure sind  $= \text{H}_4 + \text{C}_{14}\text{H}_2\text{O}_6$ , und 1 Atom Bezoarsäure ist  $= \text{H} + \text{C}_{14}\text{H}_2\text{O}_7$ . Die Verwandlung der Gallussäure in Bezoarsäure wäre also leicht erklärbar. Die Auflösung der Gallussäure in überschüssigem Kali zeigt unter dem Einfluss der Luft denselben oder wenigstens einen höchst ähnlichen Farbenwechsel in Bluth, wie die Auflösung der Bezoarsäure.

Am meisten Aufmerksamkeit in dieser Hinsicht verdient der Umstand, dass reine Bezoarsäure, mit einer Lösung von Eisenchlorid übergossen und erwärmt, sogleich tief graugrün wird und zuletzt damit eine undurchsichtige, schwarzblaue Flüssigkeit wie Tinte bildet. Mit schwefliger Säure gelatinirt sie bald, wird aber wieder flüssig und entfärbt sich unter Abscheidung von gelblicher, sehr krystallinischer Bezoarsäure. Erwärmt man Bezoarsäure mit einer Lösung von Eisenchlorid in Alkohol, so verwandelt sie sich in eine sehr aufgequollene Masse, fast von derselben tiefblauen Farbe wie Berlinerblau. Nach dem Trocknen ist sie schwarz und in Wasser unlöslich; Salzsäure scheidet Bezoarsäure daraus ab. In Betracht dieser deutlichen Beziehungen zwischen Bezoarsäure und Gallussäure halten es die Verf. auch für sehr wahrscheinlich, dass die Thiere, bei denen man diese Art von Bezoaren findet, sich von gerbsäurehaltigen Pflanzen nähren, deren Gerbsäure bei der Verdauung in Bezoarsäure verwandelt, aber als solche dann nicht weiter verdaut wird und die Bezoare bildet.

---

## LXIX.

## Ueber die Chlorätherarten.

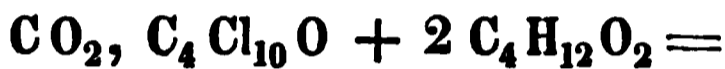
Von

**Malaguti.**

Auszug aus einem Briefe an Gerhardt.

(Comptes rendus mensuels par Laurent et Gerhardt. Avril et Mai 1845.)

Der kohlen saure Chloräther,  $\text{CO}_2, \text{C}_4\text{Cl}_{10}\text{O}$ , wird durch Weingeist grossentheils zersetzt; er verwandelt sich in ein Oel, welches ein Gemenge von Chloressigsäure-Aether und dem eigentlichen Kohlensäure-Aether ist und welches noch unzersetzten kohlen sauren Chloräther in Auflösung behält. Man sieht zugleich, dass der Weingeist dabei Salzsäure enthalten muss.



Kohlensaurer Weingeist.

Chloräther.

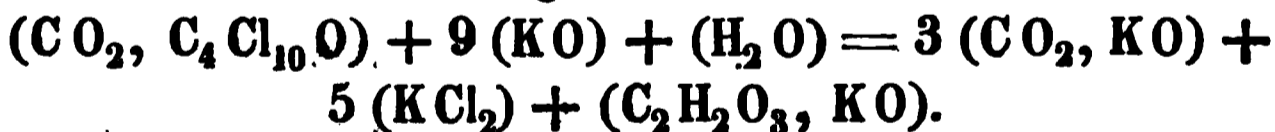


Kohlensaurer Chloressigsaurer

Aether.

Aether.

Kaustisches Kali, sowohl in verdünnter als concentrirter Lösung, zersetzt den kohlen sauren Chloräther neben Bildung von Chlorkalium und liefert kohlen saures und ameisen saures Kali. Durch die genaueste Prüfung konnte dabei weder Chloressigsäure noch Chloroform nachgewiesen werden.



Bei der Einwirkung von Ammoniak auf diesen Aether entstehen complexe Verbindungen. Die Hauptproducte sind: 1) eine Amidverbindung, welche Malaguti *Chlocarbethamid* nennt, 2) Salmiak, 3) ein Ammoniaksalz; ferner andere secundäre Verbindungen in geringerer Menge, unter welchen sich Paracyan befindet. Wasserbildung findet dabei nicht statt.

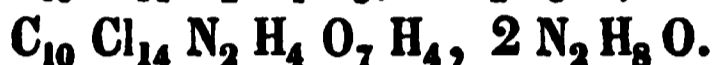
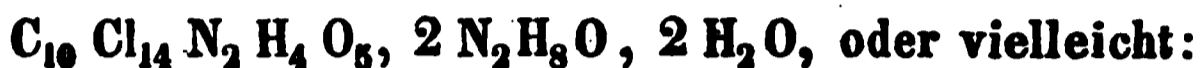
Das Chlocarbethamid ist ein schmelzbarer, flüchtiger Körper in blättriger Form; er besitzt einen sehr süssen Geschmack, ist in Weingeist und Aether in allen Verhältnissen löslich, viel weniger in Wasser.

Mit den Hydraten der Alkalien zusammengerieben, entwickelt es kein Ammoniak, sehr viel dagegen beim Kochen mit einer

Lauge derselben. Mehrere Analysen gaben als Mittel die folgende Formel:



Diese Substanz verwandelt sich durch längere Einwirkung von flüssigem Ammoniak in ein Ammoniaksalz, dessen Ammoniak nicht den ganzen darin enthaltenen Stickstoff repräsentirt, und seine aus mehreren Elementaranalysen und Stickstoffbestimmungen mittelst Platinchlorid abgeleitete Formel ist wahrscheinlich folgende:



Dieses Salz muss demnach *chlocarbethamidsaures Ammoniak* und die darin enthaltene Säure *Chlocarbethamidsäure* genannt werden.

Das Salz hat einen unerträglich bitteren Geschmack; es krystallisirt in fettig anzufühlenden Flittern; diese sind vollkommen weiss, in Weingeist, Aether und Wasser löslich. Die Analysen wurden mit einem im leeren Raume getrockneten Salze angestellt. Nach allen Versuchen scheint es, dass die Chlocarbethamidsäure nicht im isolirten Zustande existiren könne.

Das Chlocarbethamid entsteht mithin durch die gleichzeitige Einwirkung des Chlors und des Sauerstoffes auf das Ammoniak, wie dieses durch die Bildung von Salmiak und einem Ammoniaksalze sich zeigt. Auch bestätigt sich diese Meinung noch durch folgendes Verhalten: Wenn man eine bestimmte Quantität Chlocarbethamid, in absolutem Weingeist aufgelöst, der Einwirkung von salzsaurem Gase aussetzt, so wird die Amidverbindung zerlegt und man findet nun den ganzen Stickstoff als Ammoniak in der Flüssigkeit. Daher verwandelt auch gleichzeitige Einwirkung von Wasser und Salzsäure allen Stickstoff in Ammoniak, während Wasser allein nur die zwei Drittel desselben in Ammoniak verwandelt.

Wenn man unter dem allgemeinen Namen der Chloramide diejenigen Amide versteht, welche durch die Einwirkung des Chlors auf Ammoniak entstehen, und unter Oxyamiden diejenigen, welche durch Einwirkung von Sauerstoff, und endlich unter Chloroxyamiden diejenigen, welche durch gleichzeitige Einwirkung von Sauerstoff und Chlor auf Ammoniak entstehen, so würde der

kohlensaure Chloräther bei Behandlung mit Ammoniak eine Verbindung der letzteren Art liefern.

Das Ammoniaksalz, welches sich neben oben genanntem Amide zeigte und dessen Bildung zugleich das Nichterscheinen von Wasser erklärlich macht, konnte nicht analysirt werden, weil es nicht vom Chloroxyamid, mit welchem es gemengt war, getrennt werden konnte, indem die Löslichkeiten dieser beiden Körper in verschiedenen Lösungsmitteln nicht wesentlich differiren.

Flüssiges Ammoniak wirkt eben so als gasförmiges auf den kohlensauren Chloräther. Es entsteht Salmiak, Chlocarbethamid, ein Ammoniaksalz, dessen Reinigung noch schwieriger ist als die der obigen, weil es ausser mit Chlocarbethamid noch mit chlocarbethamidsaurem Ammoniak vermischt ist. Es bildet sich ferner eine gelbe Masse, vom Geruch der bittern Mandeln, welche vielleicht in dieser Reihe der Erscheinungen die Stelle des Paracyans bei der Reihe durch gasförmiges Ammoniak vertritt.

Verschiedene Gründe, welche die seit seiner früheren Arbeit über die Aether gemachten Erfahrungen herbeiführten, veranlassten Malaguti zur Wiederaufnahme seiner Untersuchung über den Chloroxaläther. Folgendes sind die erhaltenen Resultate.

Lässt man Chloroxaläther mit Kalilauge in einer Retorte sieden, so erhält man in der Vorlage viel Chloroform; in dem Rückstande bleibt Chlorkalium, ameisensaures und chloressigsäures Kali. Der Verfasser hat nun bei seiner früheren Arbeit dieses Gemenge der beiden letzteren Salze analysirt, was jener Zeit, wo die Chlor-essigsäure noch nicht entdeckt war, nicht zu vermuthen war.

Er hat ferner bestätigt, dass durch Einwirkung des Ammoniaks auf Chloroxaläther sich Chloroxamethan bildet, aber es entsteht auch zu gleicher Zeit ein Ammoniaksalz, welches das Nichtauftreten von Wasser hierbei erklärt. Eine neue Analyse des Chloroxamethans stimmte mit seinen früheren, aber er überzeugte sich durch Anwendung eines vollkommen reinen Präparates, welches zu Winkelmessungen gedient hatte, dass bei fortgesetzter Einwirkung von Alkali keine Oxalsäure gebildet werde. Das Chloroxamethan ist ein Chloroxyamid, welches nur in der Elementarzusammensetzung mit dem Oxamethan Aehnlichkeit hat; es enthält keine Oxalsäure und kann sie auch nicht reproduciren.

Dieser Körper aber verwandelt sich bei längerer Einwirkung von Ammoniak in ein Ammoniaksalz, welches in Bezug auf seine Zusammensetzung nicht chloroxalweinsaures Ammoniak, sondern vielmehr ein Salz eigenthümlicher Art ist und nur seiner Elementarzusammensetzung nach damit übereinstimmt; denn bei wiederholter Bemühung konnte keine Oxalsäure daraus erhalten werden. Malaguti nennt daher das bisherige Chloroxamethan von jetzt an *Chloroxalèthamid*, und das vermeintliche chloroxalweinsaure Ammoniak: *Ammoniak-Chloroxalèthamat*.

Auch folgende Bemerkung spricht dafür, dass das Chloroxamethan nicht dem Oxamethan analog ist, denn wenn es dieses wäre, so könnte es als Chloroxamidäther betrachtet werden. Aber das Chloroxamethan hat nichts mit den Chlorätherarten gemein, deren Kennzeichen ihre molecüläre Unbeständigkeit ist.

Malaguti ist nun in Bezug auf die ölartige Flüssigkeit, welche man bei Einwirkung von Weingeist auf den Chloroxaläther erhält, der Ansicht Gerhardt's; jedenfalls ist klar, dass es nicht wasserfreie Chloroxalweinsäure ist.

Der Chloroxaläther erinnert zwar durch sein Verhalten zu Kali in mancher Beziehung an den Oxaläther, aber er ist doch durch sein Verhalten zu Weingeist und Ammoniak sehr davon verschieden.

Indem Malaguti seine frühere Arbeit hierdurch berichtigt, bringt er zugleich die folgenden Aetherarten, den Chloroxaläther und den Chlorkohlensäureäther, einander näher, um vielleicht alle diese chlorhaltigen Körper unter einen Gesichtspunct zusammenzufassen.

Der Schluss des Briefes verspricht nächstens eine Arbeit über Chlorbernsteinsäure-Aether und enthält die Ankündigung einer schönen Amidverbindung, welche durch Einwirkung von flüssigem oder gasförmigem Ammoniak auf Chloressigsäure-Aether, nach Dumas, entsteht.

## LXX.

# Ueber Camphoramsäure, Camphoramid und die Amidsäuren.

Von

**L a u r e n t.**

(Auszug.)

(Comptes rendus mensuels par Laurent et Gerhardt.  
Avril et Mai 1845.)

## Camphoramsaures Ammoniak.

Die folgende Untersuchung bestätigt Malaguti's Resultate der Einwirkung von Ammoniak auf wasserfreie Camphorsäure, so weit derselbe diese untersuchte. Nach Laurent verbindet sich die wasserfreie Camphorsäure nicht direct mit Ammoniakgas. Um diese Körper auf einander einwirken zu lassen, wurde wasserfreie Camphorsäure in absolutem siedendem Weingeist bis zur Sättigung aufgelöst, oder es wurde noch ein Ueberschuss der Säure hinzugefügt und nun in die noch siedende Lösung ein Strom Ammoniakgas hineingeleitet, bis die Flüssigkeit allmählig erkaltet war. Nach vier und zwanzigstündigem Hinstellen an einen kühlen Ort hatte sich ein Salz in wohlgebildeten Krystallen ausgeschieden, und aus der abgegossenen Flüssigkeit wurde durch vorsichtiges Abdampfen noch mehr von dem Salze erhalten. Es wurde mit wenig absolutem Weingeist gewaschen und darauf getrocknet.

0,300 des Salzes gaben:

0,562 Kohlensäure,

0,252 Wasser.

0,300 Salz gaben 80 Cb.C. Stickstoff bei 0,770 M. u. 12°.

Man erhält hieraus:

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{10} = 750,0$	51,2	51,1
$H_{22} = 137,5$	9,4	9,3
$O_4 = 400,0$	27,5	27,9
$N_2 = 175,0$	11,9	11,7
<hr/>	<hr/>	<hr/>
1462,5	100,0	100,0.

Dieses Salz ist mit dem camphorsauren Ammoniak isomer, es enthält aber ein At. Krystallwasser.

*Camphoramsäure.*

Giesst man Salzsäure in eine heisse und concentrirte Auflösung von camphoramsaurem Ammoniak, so erhält man, wie es schon Malaguti angegeben, einen sirupartigen Absatz. Die abgegossene Flüssigkeit gab erst nach 24 Stunden eine geringe Menge an krystallisirter Camphoramsäure. Dagegen gab eine verdünnte Lösung von camphoramsaurem Ammoniak diese sirupartige Materie nicht, welche vermuthlich ein Zersetzungsproduct der Säure ist. Nach dem Abdampfen bei einer sehr niedrigen Temperatur wurden Krystalle der Säure ohne jene sirupartige Materie in genügender Menge erhalten. Sie wurden in verdünntem Weingeist aufgelöst und durch freiwilliges Krystallisiren gereinigt.

Die so erhaltene Säure ist farblos, sehr löslich in heissem Wasser, viel weniger in kaltem. Noch heiss in einigen Tropfen auf eine Glasplatte gebracht, zeigte sich unter dem Mikroskope eine rhombische Krystallisation.

Aus Weingeist, worin sie löslicher ist als in Wasser, krystallisirt sie in grossen rechtwinkligen, durchsichtigen Prismen.

Lässt man eine geringe Menge davon auf einer Glasplatte schmelzen, so krystallisirt ein Theil beim Erkalten in Rhomben, ein anderer und veränderter Theil bildet eine glashelle Masse.

In Ammoniak aufgelöst, erzeugt sie wieder camphoramsaures Ammoniak.

0,300 gaben:

0,660 Kohlensäure,

0,227 Wasser.

0,300 gaben 18 Cb.C. Stickstoff bei 0,760 M. und 0°.

Dieses beträgt, in Procenten ausgedrückt:

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{10} = 750,0$	60,30	60,0
$H_{17} = 406,2$	8,50	8,4
$O_3 = 300,0$	24,17	24,2
$N = 87,5$	7,03	7,4
<hr/>	<hr/>	<hr/>
1243,7	100,00	100,0.

Diese Formel giebt ein Aeq. wasserfreie Camphorsäure + 1 Aeq. Ammoniak an, das Salz hat also folgende Zusammensetzung:



*Camphoramsaures Bleioxyd.*

Giesst man camphoramsaures Ammoniak in essigsaures Bleioxyd, so erhält man keinen Niederschlag. Wenn man die siedenden Lösungen dieser beiden Salze, die des ersten im Ueberschuss, mit einander mengt, so erhält man nach dem Abkühlen kleine Nadeln von camphoramsaurem Bleioxyd. Man wäscht sie schnell mit Weingeist und trocknet sie. Das Salz ist indessen zu leicht löslich, als dass man es genügend auswaschen könnte.

0,500 gaben nach dem Glühen ein Gemenge von Blei und Bleioxyd, entsprechend 0,165 des Metalles.

Folgende Formel scheint diesem Resultate zu genügen:

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{10} = 750,0$		
$H_{16} = 100,0$		
$O_3 = 300,0$		
$N = 87,5$		
$Pb = 650,0$	34,5	33,0
<hr/>		
1887,5.		

Der Verlust rührt von der Unreinheit des Salzes her. Wenn man eine wässrige Lösung von camphoramsaurem Ammoniak und essigsaurem Bleioxyd, selbst mit einem Ueberschusse an Ammoniak, sieden lässt, so erhält man das Salz nicht.

*Camphoramsaures Silberoxyd*

wurde durch Vermischen der concentrirten siedenden Lösungen von camphoramsaurem Ammoniak und salpetersaurem Silber beim Erkalten in mikroskopisch feinen, eine Gallerte bildenden Krystallen erhalten. Es gab 34,7 Silber; die folgende Formel:  $C_{10} H_{16} O_3 N Ag$  erfordert 35,1.

*Camphorimid.*

Man erhält es durch Erhitzen von camphoramsaurem Ammoniak bis zu 150 — 160°, oder durch Destillation desselben, so wie durch Schmelzen oder Destilliren der Camphoramsäure.

Das Salz entwickelt, auf 150° erhitzt, Wasser und Ammoniak. Es hinterbleibt eine Materie, die farblos und ohne zu krystallisiren erstarrt. Zur Reinigung löst man in siedendem Weingeist, es krystallisirt dann beim Erkalten.

Das Camphorimid ist farblos, bei einer sehr hohen Temperatur unzersetzt flüchtig. Ein Theil des Dampfes verdichtet sich zu einem weissen Pulver, welches unter dem Mikroskope eine farrenkrautähnlich entwickelte Krystallisation zeigt.

Es löst sich leicht in Weingeist und scheidet sich daraus in einer der vorigen ähnlichen Krystallisation aus; bei sehr langsamen Verdunsten erhält man sechseckige, sehr verlängerte schiefe Tafeln. Verdunstet man die Lösung in schwachem Weingeist, so setzt es sich nach und nach unter der Gestalt einer durchsichtigen, gummiartigen Materie, welche nach 24 Stunden in undurchsichtigen Warzen erstarrt. Die weingeistige Lösung, mit Kali gekocht, entwickelt Ammoniak.

In verdünnter Schwefelsäure löst es sich bei einer sehr gelinden Wärme. Giesst man einige Tropfen Wasser in die Säure, so erhält man einen weissen krystallinischen Niederschlag, welcher unter dem Mikroskope Gruppen von je sechs spitzen Pyramiden darstellt, die nach den drei Axen des regelmässigen Octaëders zusammengesetzt sind.

0,300 geschmolzenes Camphorimid gaben:

0,725 Kohlensäure,

0,220 Wasser.

1,000 camphoramsaures Ammoniak, auf  $150^{\circ}$  erhitzt, verlor 0,216 in Wasser und Ammoniak.

Andrerseits entwickelt die Camphoramsäure bei der Destillation nur Wasser und kein Ammoniak. Diese Zahlen und Reactionen führen auf die folgende Formel:

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{10} = 750,0$	66,3	65,90
$H_{15} = 93,7$	8,3	8,14
$O_2 = 200,0$	17,7	
$N = 87,5$	7,7	
<hr/>	<hr/>	
1131,2	100,0.	

Das wasserhaltige camphoramsaure Ammoniak

$$C_{10} H_{22} O_4 N_2 = 1462,5$$

giebt nach Entwicklung von Wasser  $H_4 O_2 = 225,0$

und Ammoniak  $H_3 N = 106,2$

einen Verlust von 331,2,

welcher 22,6 Procent beträgt. Der Versuch gab 21,6.

Das Camphorimid kann man betrachten:

- 1) als camphorsaures Ammoniak — 2 At. Wasser und 1 At. Ammoniak;
- 2) als wasserfreies Ammoniak — 1 At. Wasser und 1 At. Ammoniak;
- 3) als Camphoramsäure — 1 At. Wasser;
- 4) als saures camphorsaures Ammoniak — 2 At. Wasser.

*Verbindungen der wasserfreien Camphorsäure.*

Malaguti hat gefunden, dass die Verbindungen, welche das Kali und das Kupfer mit der wasserfreien Camphorsäure eingehen, in ihrer Zusammensetzung mit den gewöhnlichen camphorsauren Salzen übereinstimmen, dass sie aber in ihren Eigenschaften davon abweichen.

Nach dem Kochen von wasserfreier Camphorsäure mit Kalk wurden weisse Häute eines Salzes erhalten, welches 20,1 Kalk = 14,3 Calcium enthielt. Dieses Salz, welches sich aus einer sehr concentrirten Lösung ausgeschieden hatte, schien nach nochmaligem Auflösen in siedendem Wasser unlöslich geworden zu sein. Nach lange fortgesetztem Sieden wurde die Flüssigkeit filtrirt und eingedampft; sie liess nach starker Concentration nichts absetzen, das Salz war also wieder leicht löslich. Beim Zusatze von Weingeist aber bildete sich nun unmittelbar ein weisser Niederschlag, bestehend aus mikroskopischen Nadeln; er enthielt 19,7 Kalk oder 14 Calcium.

Die folgende Formel scheint diese Resultate zu geben:

	Berechnet.	Gefunden.
$C_{20} = 1500$		
$H_{27} = 166$		
$O_7 = 700$		
$Ca_3 = 375$	13,6	14,3    14,0
<hr/>		
2741.		

Diese Formel kann 1 At. camphorsaures Ammoniak + 1 At. einer wasserfreien Camphorsäure darstellen, in welcher 1 At. Wasserstoff durch Calcium vertreten ist:



Demnach verhält sich die wasserfreie Camphorsäure ähnlich der wasserfreien Isatinsäure (dem Isatin), indem sie sich wie eine wasserhaltige Säure verbindet.

Folgende Tabelle enthält die Camphorreihe im Sinne (früher in den *Compt. rend. de l'Acad. d. Sciences*, 18. Nov. 1844 T. XIX. vom Verfasser aufgestellten Eintheilung.

*Radicale :*

R., fundamentales	$C_{10} H_{18}$ ,
Analcid, Camphor	$C_{10} H_{16} O$ ,
Halide	$C_{10} H_{15} Cl O$ ,
—	$C_{10} H_{14} Cl_2 O$ ,
—	$C_{10} H_{10} Cl_6 O$ .

*Protogenide :*

Hydrid, Campher v. Borneo	$C_{10} H_{16} O + H_2$ ,
Hyperhalid, Bromverbindung	$C_{10} H_{16} O + Br_2$ ,
Anhydrid	$C_{10} H_{14} O_2 + O$ ,
Amid (unbekannt)	$C_{10} H_{16} Ad + O$ ,
Biamid, Camphoramid	$C_{10} H_{14} O Ad_2 + O$ ,
Imid, Camphorimid	$C_{10} H_{14} O Im_2 + O$ .

*Einbasische Salze :*

Säure, Campholsäure	$C_{10} H_{18} + O_2$ ,
campholsaure Salze	$C_{10} H_{17} M + O_2$ ,
Camphoramsäure	$C_{10} H_{15} O Ad + O_2$ ,
Camphoramate	$C_{10} H_{14} M O Ad + O_2$ .

*Zweibasische Salze :*

Säure, Camphorsäure	$C_{10} H_{16} O + O_3$ ,
camphorsaure Salze	$C_{10} H_{14} M_2 O + O_3$ ,
Camphorweinsäure	$C_{10} H_{15} H + O_3$ ( $C_2 H_4$ ),
camphorweinsaure Salze	$C_{10} H_{14} M H + O_3$ ( $C_2 H_4$ ).

*Salze der Prometallide :*

Camphorhydrochlorat	$Cl + H$ ( $C_{10} H_{16} O$ ),
Camphornitrat	$N O_3 H$ $C_{10} H_{16} O$ .

*Homodesmide:*

Anhydrocamphorat	$C_{10} H_{14} Ca_2 O + O_3,$
Kalkverbindung	$C_{10} H_{13} Ca O_2 + O.$

Die bisherige Formel für die Camphorsäure war  $C_{10} H_{14} O_3 + H_2 O$ ; durch Destillation verliert sie  $H_2 O$  und giebt wasserfreie Camphorsäure. Die Eigenschaften dieses Körpers widerstreiten der Theorie der wasserhaltigen Säuren. Sie erzeugt nicht die wasserhaltige Säure wieder, wenn man sie in Wasser auflöst, und giebt mit Basen nicht die gewöhnlichen camphorsauren Salze. Andererseits muss nach Gerhardt's Ansicht jeder Körper eine gerade Anzahl Sauerstoffatome enthalten. Demnach ist die wasserfreie Camphorsäure  $C_{20} H_{28} O_6$ , d. h. sie ist zweibasisch.

*Lactaminsäure.*

Durch Behandlung der wasserfreien Milchsäure von Pelouze, welche in absolutem Weingeist gelöst war, mit Ammoniakgas, erhielt Laurent nicht die von Pelouze bezeichnete feste krystallisirbare Masse.

Nach dem Erhitzen der Flüssigkeit bis zum Sieden, um das überschüssige Ammoniak auszutreiben, gab Platinchlorid sogleich einen Niederschlag von Platinsalmiak. Dieser wurde abfiltrirt, die Flüssigkeit wurde von Neuem eine Stunde lang gekocht, worauf sich wiederum ein Niederschlag von Platinsalmiak bildete.

Dieser Reaction zufolge, welche zeigt, dass dass Ammoniak in zwei verschiedenen Formen in der Verbindung existirt, verdoppelt Laurent das Atom der Säure, so dass die Formel für die wasserfreie Säure  $C_{12} H_{20} O_{10}$  wird. Die Ammoniakverbindung der wasserfreien Milchsäure ist dem Ammoniakcamphorammat analog. Sie ist ein Lactamat  $C_{12} H_{20} O_{10} + 2 H_6 N_2$ , dessen Säure  $= C_{12} H_{20} O_{10} + H_6 N_2$ .

Beim Versuche, das Ammoniaklactamat durch Abdampfen der Lösung in Krystallen zu erhalten, wurde eine in Blättern krystallisirte Masse erhalten, welche analysirt die folgenden Resultate gab:

0,300  
0,440 Kohlensäure,  
0,210 Wasser.

	Berechnet.	Gefunden.
$C_3 = 225,0$	40,4	40,0
$H_7 = 43,7$	7,9	7,8
$N = 87,5$		
$O_2 = 200,0$		
<hr/>		
556,2		

Dieses ist das Lactamid von Pelouze.

Das Ammoniaklactamat verhält sich wie das Ammoniakisamat, welches beim Sieden seiner Lösung Isamid hinterlässt, während das Ammoniakcamphoramat erst beim Schmelzen oder bei der Destillation Camphorimid giebt.

#### *Tartraminsäure.*

Wenn man auf wasserfreie, mit Weingeist benetzte Weinsäure einen Strom Ammoniakgas leitet, so erhält man zwei flüssige Schichten, die obere ist Weingeist, die untere enthält tartramsaures Ammoniak. Dieses Salz ist in Weingeist unlöslich, aber sehr leicht und in jedem Verhältniss in Wasser löslich. Weingeist fällt es aus der wässrigen Lösung in flüssiger Form. Bei Einwirkung von Wärme verliert es Wasser und wird fest. Die wässrige Lösung des Salzes zersetzt das Chlorcalcium nicht; wenn man aber Weingeist zu dem Gemenge der beiden Salze giesst, so erhält man einen reichlichen Niederschlag, der sich beim Sieden zusammenballt.

Der tartramsaure Kalk giebt mit Platinchlorid keinen Niederschlag; beim Glühen hinterlässt er 30,00 kohlen-sauren Kalk und entwickelt 1,9 Stickstoff beim Verbrennen mit Kupferoxyd.

Diese Zahlen zeigen, dass das tartramsaure Ammoniak so wie das entsprechende Kalksalz durch Wasser eine partielle Zersetzung erlitten hat. Man könnte eine Formel dafür aufstellen, welche 1 At. tartramsaures und 1 At. tartrelsaures Ammoniak darstellen würde.

Beim Sieden der Lösung von tartramsaurem Kalk verwandelt sich das Salz allmählig in zweifach-weinsuren Kalk und Ammoniak, welches man durch Platinchlorid erkennt.

## LXXI.

**Dr. Petzholdt's Versuche über die Dichtigkeit des Eises bei verschiedenen Temperaturen.**

Die im Winter 18 $\frac{42}{3}$  von Hrn. Dr. A. Petzholdt zur Ermittlung der Dichtigkeit des Eises bei verschiedenen Temperaturen angestellten Versuche \*), woraus ich das Resultat berechnet hatte, dass das Eis bei Zunahme der Kälte sich ausdehne und bei Abnahme derselben sich zusammenziehe, sind von demselben in den beiden folgenden Wintern fortgesetzt worden. Hr. Petzholdt sah bei diesen neuen Versuchen von künstlich erzeugter Kälte ab und wählte zur Dichtigkeitsbestimmung den Weg der directen Messung. Er schloss zu diesem Endzwecke Eisstücken in ein mit Quecksilber gefülltes Glasgefäss ein, durch dessen eingeriebenen Glasstöpsel hindurch eine an beiden Enden offene Thermometerröhre, so wie ein Thermometer in das Quecksilber hinabreichten. Der Stand des Quecksilbers in der Glasröhre liess, nachdem vorher die Ausdehnung des Gefässes ermittelt worden war, auf die Ausdehnung oder resp. Zusammenziehung der Eisstücken schliessen. Als ferner im Anfange dieses Jahres Hr. C. Brunner in derselben Absicht angestellte Versuche bekannt machte \*\*), ward auch die Brunner'sche Methode mit hydrostatischer Wägung in Steinöl von Hrn. Petzholdt in Anwendung gebracht. Aus allen diesen Versuchen, so weit sie von mir der Rechnung unterworfen werden konnten, habe ich, entgegengesetzt der früher aufgestellten Behauptung, das Resultat gefunden, dass sich bei ihnen *das Eis wie alle festen Körper bei Temperaturabnahme zusammenzog und bei Temperaturerhöhung ausdehnte*. Ein zuverlässiger Ausdehnungscoefficient konnte aber bis jetzt noch nicht bestimmt werden, da theils nicht hinreichend grosse Eisstücken benutzt worden waren, theils nicht hinlängliche Temperaturdifferenzen zu Gebote standen, endlich auch bei der directen Messung sich Fehlerquellen zeigten, die noch nicht gänzlich beseitigt werden konnten. Im Laufe des nächsten Winters gedenkt daher Hr. Petzholdt unter möglichst günstigeren Umständen seine Beobachtungen fortzusetzen, namentlich mit Rücksicht auf

---

\*) A. Petzholdt's Beiträge zur Geognosie von Tyrol, 1843.

\*\*) Poggendorff's Annalen für Physik u. Chemie, Bd. LXIV. St. 1.

den Versuch von Hrn. Marchand \*), der wegen der Grösse des in Anwendung gebrachten Eisstückes und der Benutzung des Quecksilbers zur hydrostatischen Wägung vor allen früheren den Vorzug verdienen dürfte. Jedenfalls wird Hr. Petzholdt dann selbst das Nähere ausführlich mittheilen.

O. Fort.

## LXXII.

### Analyse von Felddünger und von Kohlengas.

Von

**Thomas Richardson.**

(*Philosoph. Magazine Journ. Vol. XXVII. No. 177.*)

Die folgende Analyse ist ein Theil einer Untersuchung von Dünger, mit welcher ich jetzt beschäftigt bin. Die Resultate kommen dahin überein, dass diese Düngerarten von verschiedenen Localitäten eine ähnliche Zusammensetzung haben. Die Methoden der Analysen waren die gewöhnlich üblichen. Die untersuchte Probe war aus der Mitte der Massen genommen.

#### Dünger.

##### 1) *Im frischen Zustande.*

Wasser	64,96
organische Materie	24,71
unorganische Salze etc.	10,33
	<hr/> 100,00.

##### 2) *Bei 212° getrocknet.*

Kohlenstoff	37,40
Wasserstoff	5,27
Sauerstoff	25,52
Stickstoff	1,76
Asche	30,05
	<hr/> 100,00.

\*) S. dies. Journ., Heft 4 dies. Bandes.

**3) Unorganische Stoffe.****A. Der in Wasser lösliche Theil.**

Kali	3,22
Natron	2,73
Kalk	0,34
Talkerde	0,26
Schwefelsäure	3,27
Chlor	3,15
Kiesel	0,04

**B. Zum Theil in Salzsäure lösliche Stoffe.**

Kiesel	27,01
phosphorsaurer Kalk	7,11
phosphorsaure Talkerde	2,26
phosphorsaures Eisen	4,68
phosphorsaures Manganoxy- dul und Thonerde	Spuren
kohlensaurer Kalk	9,34
kohlensaure Talkerde	1,63
Sand	30,99
Kohle	0,83
Alkali und Verlust	3,14
	<hr/> 100,00.

Die folgende Analyse ist von dem Kohlengase, welches in  
r Stadt Newcastle on Tyne gebraucht wird:

	I.	II.
Oelbildendes Gas	10,19	9,25
Grubengas	31,35	36,05
Wasserstoff	28,80	30,17
Kohlenoxyd	16,28	11,42
Stickstoff	13,35	14,01
Kohlensäure	Spur	Spur
Luft	0,48	0,50
Naphtalindampf	Spur	Spur
Ammoniak	Spur	—
	<hr/> 100,45	<hr/> 101,40.

## LXXIII.

## Neues Vorkommen von Diamanten.

(Aus einem Schreiben des Prof. Dr. Glocker in Breslau.)

Vor einiger Zeit erhielt ich von meinem Bruder aus *Bahia* in Brasilien folgende interessante Notiz: Bei Sincura, 80 Stunden von Cachoeira, am Ursprunge des Flusses gleiches Namens, in der Provinz Bahia, ist im Anfange dieses Jahres (1845) eine bedeutende Ausbeute an Diamanten gemacht worden. Dieselben sind grösstentheils rein, viele vom ersten Wasser und in scharf ausgebildeten Octaëdern krystallisirt, darunter 4 — 6karatige nicht selten. Sie sollen zuerst an dem felsigen Ufer des Cachoeira entdeckt worden sein, in Vertiefungen, aus denen sie durch das Wasser nicht fortgespült werden konnten und aus denen man sie wie die Krebse heransholte. — Da ich von diesem neuen Vorkommen nirgends anderswo eine Nachricht gefunden habe, so wollte ich Ihnen die vorstehende Mittheilung davon machen.

## Literatur.

Die neuesten Entdeckungen der angewandten Chemie. Von Dr. L. F. Strumpf. Berlin, b. Hayn. 1845. 8.

Lehrbuch der Ober- und Untergährung des Bieres, oder Anleitung zur rationellen Darstellung vorzüglicher Biere durch die Gährung. Für Brauer, Landwirthe, landwirthschaftliche und technische Lehranstalten. Von August Ernst Müller, Freiherrlich v. Andrian-Werburg'scher Oekonomie- und Renten-Verwalter. Braunschweig, Druck und Verlag von F. Vieweg u. Sohn. 1845.

Die Gährungschemie etc. von Carl Balling. Zweiter Band. Auch u. d. Titel: Die Bierbrauerei, wissenschaftlich begründet und praktisch dargestellt von Balling. Prag, Verlag der Calve'schen Buchh. (Friedr. Tempsky.) 1845.











